

doi: 10.11830/ISSN.1000-5013.201704011



大学生公寓声环境调查与评价

姜雨杉¹, 欧达毅^{1,2}

(1. 华侨大学 建筑学院, 福建 厦门 361021;
2. 华南理工大学 亚热带建筑科学国家重点实验室, 广东 广州 510640)

摘要: 以华侨大学某学生公寓为例,对大学生公寓声环境进行调查与评价.重点探讨公寓内部的主要噪声源,它们的干扰程度及其对学生不同行为的干扰特点,并对学生公寓声环境存在的主要问题进行讨论.结果表明:所选公寓的声环境质量尚不理想,有待改善,公寓内部噪声是声环境的主要影响因素,并且学生在从事不同行为活动时受噪声干扰的程度明显不同.

关键词: 声环境; 学生公寓; 客观测量; 主观评价

中图分类号: TU 112 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5013(2017)04-0503-06

Investigation and Assessment of Acoustic Environment in University Apartments

JIANG Yushan¹, OU Dayi^{1,2}

(1. School of Architecture, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;
2. State Key Laboratory of Subtropical Architecture Science,
South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Taking a student apartment in Huaqiao University as example, the acoustic environment was investigated and assessed, the discussion focused on the main noise sources inside the apartment, their degrees of interference and the interference characteristics of students in different behaviors, the main problems existed in the sound environment of the student apartment were also studied. The results show that the acoustic environmental quality of the selected apartment is not benign, the apartment interior noises are the main influencing factors of the acoustic environment, and the noise impacts are significantly different for students in different behaviors or activities.

Keywords: sound environment; student apartment; objective measurement; subjective assessment

大学校园的教学和生活环境质量一直备受关注^[1-3].声环境是建筑物理环境的一个重要方面^[4-8].对建筑声环境的调查与评价是建筑环境质量研究的重要内容^[9].闫海燕^[10]对西安高校的学生公寓声环境进行调查与评价,提出公寓绿色声环境建设的建议措施.吴成等^[11]对深圳大学的学生公寓声环境进行调查,指出今后测评和治理应从学生环境噪声烦恼度、室内环境噪声影响程度、室外环境噪声影响程度及环境噪声意识程度 4 个方面入手.与此同时,国内各地众多高校学生公寓的声环境质量也得到了调查和评价^[3,10,12-13].相信随着科学选址、合理规划及隔声降噪技术的应用,学校公寓周边的整体声环境质量

收稿日期: 2016-05-31
通信作者: 欧达毅(1982-),男,副教授,博士,主要从事建筑(城市)声环境、声景观的研究. E-mail:oudayi_hqu@126.com.
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51208214, 51578252);华南理工大学亚热带建筑科学国家重点实验室开放研究项目(2016ZB06);华侨大学研究生科研创新能力培育计划资助项目(1511305003)

必将得到明显改善.然而,当学校生活区内的典型室外噪声受到有效控制后,公寓的内部噪声很有可能转而变成影响公寓声环境质量的主要问题.这种情况下的主要噪声源及其干扰程度目前还鲜有研究,值得探讨.人们在从事不同的行为活动时,对噪声干扰的反应和忍耐明显不同.在学生公寓声环境研究中,吴成等^[11]将学生在公寓内的行为分为学习和睡眠两种情况.苏万庆^[14]则更进一步将学生行为分为知识获取、静心、交流和精力恢复 4 种情况.因此,本文对华侨大学“紫荆一”学生公寓的声环境进行主客观测量和评价,尤其对公寓内部的主要噪声源及其对学生不同行为的干扰情况进行研究;在借鉴前人这些分类方式的基础上,对公寓内学生的常见行为进行界定和进一步细化.

1 研究对象

华侨大学“紫荆一”学生公寓(以下简称“所选公寓”)位于华侨大学厦门校区北部.其北向为足球运动场,东边为兑山小学,南部是生活服务区(包括食堂、超市、银行、医院等),西边为其他学生公寓,如图 1 所示.兑山小学和生活服务区依山势建在高处,且周围种植大量植被,对所选公寓的噪声干扰较小.公寓周围道路多属步行区域,几乎没有机动车辆通行,交通噪声干扰很小.公寓外噪声主要来源于北面运动场.所选公寓西南部建有 3 层公共空间,供学生自习用;其余部分为住宿区(房间为两人间),高 9 层,走廊将住宿房间分为西北向和东南向,如图 2 所示.



图 1 华侨大学紫荆一公寓及周边环境示意图
Fig. 1 Schematic diagram of selected apartment and its surroundings in Huaqiao University

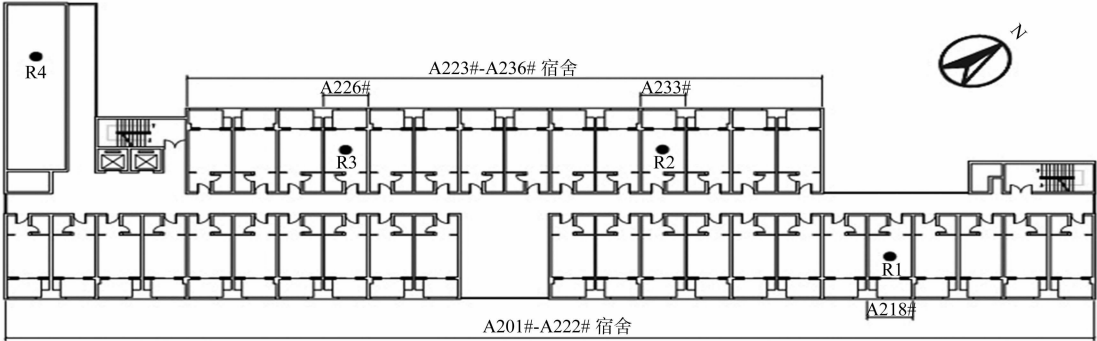


图 2 所选公寓外部噪声测点平面图(以 2 层为例)
Fig. 2 Plan of measuring points for selected apartment's external noises

2 外部噪声对公寓室内声环境的影响

公寓外部噪声主要来源于北面运动场.平时,从 19 时至 22 时之间,运动场的使用率最高,这段时间里运动场内的学生活动噪声最大.在这个时段内对公寓房间内的声级进行测量,测量时进行人为干预和控制,最大程度降低公寓内部噪声对测量结果的贡献.根据 GB 50118—2010《民用建筑隔声设计规范》^[15]的要求,测量条件为门窗关闭状态.测点分布如图 2 所示,在公寓的第 2,5,8 层分别布置测点,每层选取具有代表性的东南向外廊式房间(测点 R1)、西北向内廊式房间(测点 R2,R3)和自习室(测点 R4).室内测点设在卧室中心,距各反射面距离大于 1 m,距地面高 1.2 m.测量仪器采用爱华 AWA6219 型和 AWA6228 型多功能声级计,测量前后均进行校准.每个测点测量 10 min 等效 A 声级.测量值与《民用建筑隔声设计规范》^[15]比较,结果如表 1 所示.表 1 中:只在 1~3 层设有自习室,因此,第 5,8 层无 R4 测点.由表 1 可知:所有测点的等效 A 声级测量结果均在标准限值内,最大值为 40.2 dB,最小值为 28.7 dB,平均值为 34.9 dB.考虑到测量是在全天较不利时间段内进行,因此,可以认为所选公寓的

外部噪声对公寓室内的干扰影响较小.

表 1 公寓外部噪声测评结果
Tab. 1 Evaluation results of external noise dB

测点	第 2 层				第 5 层			第 8 层			标准限值 ^[15]
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
测量值	38.2	31.2	28.7	40.2	38.3	35.3	37.9	38.3	29.7	31.1	45.0

3 内部噪声对公寓室内声环境的影响

由前文可知:外部噪声对所选公寓的影响较小. 因此,需要继续对所选公寓的内部主要噪声源及其干扰程度进行调查与评价.

3.1 主观问卷调查与评价

3.1.1 问卷设计 主观问卷分为受访者基本信息、不同噪声源干扰程度和声环境整体满意度 3 个部分. 干扰程度采用 5 级评分量表(1 无影响,2 轻微影响,3 中度影响,4 偏重影响,5 严重影响). 满意度同样采用 5 级评分量表(1 非常满意,2 满意,3 一般,4 不满意,5 非常不满意). 所选公寓内部的主要噪声源,如表 2 所示.

基于学生在公寓内的主要行为特点,主要研究看书学习、休闲娱乐和睡眠这 3 种行为受噪声干扰的特点. 其中,睡眠是生理学研究的重要内容. 相关研究结果指出,睡眠又可分为 4 个阶段,第 1 阶段处于浅睡状态,并非真正的在睡觉,很容易被外部刺激惊醒,之后的 3 个阶段对环境刺激的反应大为减少,4 个阶段在整个睡眠活动中不断地周期性重复,但当个体再次进入第 1 阶段时往往处于做梦状态,属于真正的睡眠范畴^[16]. 基于人体睡眠的上述特点,将睡眠这一行为进一步细化成 2 种情况,第 1 种情况称为即将入睡期(对应于睡眠的第 1 阶段),第 2 种情况称为正式睡眠期(对应于睡眠的第 2 到第 4 个阶段). 综上所述,将学生行为分为:看书学习、休闲娱乐、即将入睡和正式睡眠 4 种类型.

问卷共发放 41 份,回收有效问卷 39 份. 有效受访者情况如下:因所选公寓为女生宿舍,受访者均为女生,并以研究生为主,各专业均有分布,西北向与东南向调查对象的比例约为 1 : 2,接近实际的房间分布比例.

3.1.2 问卷结果分析 经统计,整体声环境满意度的平均得分为 3.0,对应评价为一般. 公寓内部各种噪声干扰度的总平均得分为 2.4,介于轻度干扰与中度干扰之间,且走廊噪声比宿舍内噪声对学生的干扰更大. 具体结果,如表 2 所示.

表 2 不同行为下各噪声影响程度统计结果
Tab. 2 Statistic results of subjective noise impacts based on different behaviors

公寓内部噪声	具体噪声源	行为类型				平均值 A
		看书学习	休闲娱乐	即将入睡	正式睡眠	
宿舍内 噪声	阳台用水声	2.6	1.9	3.1	2.5	2.5
	风扇声	2.2	1.8	2.6	2.1	2.2
	淋浴声	2.1	1.5	2.5	2.2	2.1
	冲厕声	2.3	1.7	2.8	2.3	2.3
	下水管道声	2.3	1.6	2.5	2.1	2.1
走廊 噪声	走路声	2.2	1.4	2.5	2.0	2.0
	说话声	3.1	2.0	3.5	2.8	2.9
	关门声	3.4	2.3	3.7	3.3	3.2
平均值 B		2.5	1.8	2.9	2.4	—

由表 2 可知:公寓内部各种噪声对学生的干扰程度排名几乎不随行为改变而发生变化. 具有如下普遍规律:走廊噪声中的关门声对学生的干扰最大,其次是说话声,而走路声影响最小;在室内噪声中,阳台用水声的干扰最大,然后依次是冲厕声、风扇声和淋浴声.

针对每一种具体的噪声源,计算不同行为受其干扰程度的平均值(表 2 中的平均值 A),结果表明:关门声和说话声的得分平均值分别为 3.2 和 2.9,对学生日常生活产生中度影响;阳台用水声为 2.5,介

于中度影响和轻微影响之间;其余噪声则在 2.0~2.3 之间,影响较小. 由此可见,走廊传来的关门声、说话声及宿舍内的阳台用水声是公寓内部的主要噪声干扰.

对每一项具体的行为,计算不同噪声源的干扰度平均值(表 2 中的平均值 B),结果表明:即将入睡行为受各种噪声的干扰最大(平均值 2.9,属中度影响);看书学习与正式睡眠这两种行为受干扰程度次之(平均值分别为 2.5 和 2.4,介于轻微影响与中度影响之间);休闲娱乐受干扰最小(平均值 1.8,属轻微影响). 可见,不同行为受同一噪声的干扰程度明显不同,不同睡眠阶段受同一噪声的干扰程度也有很大差异. 这些现象在公寓声环境研究和改造中应予以重视.

3.2 内部噪声源测量与结果分析

通过人为实验设计,测量各噪声的声学参数,进一步探讨其声学特性及对学生的干扰特点. 测量和评价过程依照国家标准^[15,17]进行. 其中,关门声和走路声的测量方法依照脉冲声的测量标准^[17].

上述 2 个国家标准均采用评价声级作为噪声的主要评价指标. 评价声级等于噪声的实际测量声级与其对应的修正量之和. 这个修正量与所测噪声的主观烦恼度有关,换言之,评价声级综合考虑了噪声源的实际声级及其主观烦恼度特点. 文中同样以评价声级作为各噪声源的评价指标.

3.2.1 测量方法 测量选在上课时间公寓内外学生较少的时段进行,尽量减少测量中其他声音的干扰. 测点布置在卧室中心,距地面高 1.2 m,所用声级计同节 2,每次同时测量等效 A 声级和 1/3 倍频程频谱结果.

对宿舍内噪声的测量,在 2,5,8 层分别随机选择一间宿舍进行. 对稳定噪声,如风扇声和淋浴声,每个测点在门窗关闭条件下测量 3 次,每次测量时间为 10 s. 调查中发现,在阳台用水时,阳台门窗开启和关闭的几率各半,因此,分别在阳台门窗开启和关闭 2 种条件下各测量 3 次,以两种情况的平均结果作为阳台用水声的最终测量值. 对于随时间变化较复杂但持续时间短的噪声,如冲厕声和下水管道声,每个测点在门窗关闭条件下测量 3 次,每次测量时间为噪声持续的整个过程.

对于走廊噪声,参考标准^[15]中电梯噪声的测量方法,具体方案如下:先确定噪声源移动过程中对室内产生较大影响的移动范围,再测量噪声源在该范围内移动时室内的等效连续 A 声级. 测量过程中发现,以被测宿舍为中心,前后 3 个房间的距离为影响较严重的移动范围. 因此,设计实验过程如下:1) 走路声,让 A,B 两个同学一起在上述移动范围内往返行走各 3 次,测量每次的等效 A 声级;2) 说话声,令 A,B 两个同学一起在该范围内自然地边走边说话,往返 3 次,测每次等效 A 声级;3) 关门声,选取与被测宿舍相邻的房间,正常关门 5 次,测每次等效 A 声级. 测点选在公寓第 3 层,分别对外廊区和内廊区的宿舍进行测量(图 2 中测点 R1 和 R3),测量时门窗均关闭. A,B 两个同学均为女生,同学 A 身高 160 cm,体质量 54 kg,穿粗跟高跟鞋;同学 B 身高 154 cm,体质量 39 kg,穿细跟高跟鞋(高跟鞋在女生公寓较为常见).

3.2.2 测量结果与分析 GB 50118—2010《民用建筑隔声设计规范》^[15]规定室内噪声限值标准是绿色校园的必要条件之一^[2]. 将公寓内噪声的测量结果与该规范进行对比,结果如表 3 所示. 由表 3 可知:所选公寓目前的声环境状况与绿色校园的要求相距甚远,声环境亟需改善. 再一次说明,在外部噪声干扰较小的情况下,公寓内部噪声已成为影响公寓声环境质量的主要问题,值得重视.

将表 3 中各噪声的评价声级和节 3.1.2 的主观评价结果进行对比,结果如图 3 所示. 由图 3 可知:二者具有相似的变化趋势,说明文中的主客观测量结果具有较好的一致性. 为了对各种噪声源的主客观结果关系进行深入分析,将主客观结果二者之商定义为比例因子,即比例因子=主观评价得分/评价声级. 比例因子数值越大,说明在相同评价声级的情况下,该噪声的主观干扰度越大,更容易对学生生活造成影响. 主客观评价量相关参数的计算结果,如表 4 所示. 由表 4 可知:说

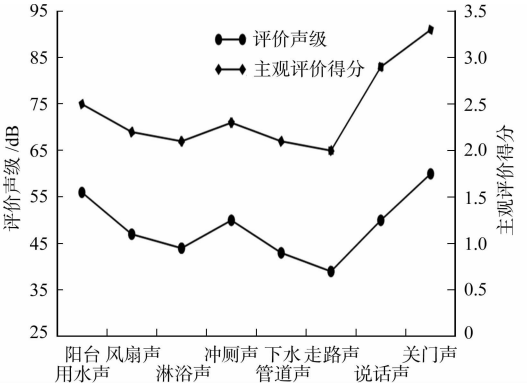


图 3 评价声级与主观评价量对比图
Fig. 3 Comparison between objective and subjective assessment values

话声和关门声的比例因子更大,带来的干扰更强. 说话声可能是由于携带语音信息,从而更容易引起人们的注意. 关门声与其他噪声的区别主要在于具有脉冲声性质. 相关标准^[17]将脉冲声分为 3 类,分别对应不同的修正量,并指出脉冲声分类与人们的主观感觉具有较好相关性. 根据分类的描述将关门声归为常规脉冲声,即以 +5 dB 的修正量为计算依据. 然而,比例因子显示,若以高脉冲声的修正量(+12 dB)为计算依据,所得比例因子将与其他噪声的整体趋势更接近.

表 3 客观测量结果
Tab. 3 Results of objective measurements

项目		噪声							
		阳台用水声	风扇声	淋浴声	冲厕声	下水管道声	走路声	说话声	关门声
测量值/dB		56	47	44	45	43	34	45	55
修正量/dB		0	0	0	+5	0	+5	+5	+5
修正原因		无	无	无	有调声	无	脉冲声	有调声	脉冲声
评价声级/dB		56	47	44	50	43	39	50	60
评价结果	昼间≤45	不合格	不合格	合格	不合格	合格	合格	不合格	不合格
	夜间≤37	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格

表 4 主客观评价量相关参数表
Tab. 4 Parameters relative to subjective and objective assessment values

项目		噪声							
		阳台用水声	风扇声	淋浴声	冲厕声	下水管道声	走路声	说话声	关门声
主观评价量		2.5	2.2	2.1	2.3	2.1	2.0	2.9	3.3
比例因子		0.045	0.047	0.048	0.046	0.049	0.051	0.058	0.055

4 讨论

建筑声环境的主客观调查结果有助于探究人们对各种噪声的烦恼度阈值^[18-20],并有助于为声环境质量评价标准的制定和更新提供参考. 吴成^[20]以睡眠质量的主观评价作为数据来源,对高校公寓内学生的噪声烦恼度阈值进行了研究. 文中结果进一步发现,即将入睡和正式睡眠这两个不同睡眠阶段受噪声干扰的程度差别较大,前者的干扰阈值明显更低. 因此,在学生公寓夜间噪声阈值的研究或相关评价标准的制定过程中,应考虑对学生的行为类型(尤其是睡眠的不同阶段)进行细分. 另外,主客观调查结果均表明,对公寓内部干扰较大的噪声主要来自走廊关门声、走廊说话声和阳台用水声. 因此,这些噪声问题在公寓的设计和改造中尤其需要注意.

表 2 中的干扰度平均值表示的是某一噪声源的干扰度平均值,得分越高说明该噪声的干扰度越大. 表 2 中:关门声的得分最高,说明在被调查的噪声源中,关门声对学生的干扰度最大. 而表 4 中的比例因子是一个相对值,它等于主观评价得分除以评价声级,其数值越大,说明在相同评价声级的情况下,该噪声的主观干扰度越大. 表 4 中说话声的比例因子最高,说明在被调查的噪声源中,如果评价声级都相同的情况下,说话声对学生的干扰度将最大.

5 结论

对华侨大学“紫荆一”公寓内外声环境进行测量,并结合主观问卷分析了公寓内部各噪声源对学生日常生活的干扰程度以及不同行为受干扰特点,由此得出如下 4 点结论.

1) 公寓周边环境安静,所测公寓外部环境噪声声级均在国家标准限值以内,外部噪声对公寓室内的干扰影响较小.

2) 公寓内部噪声是目前影响公寓声环境质量的主要问题. 对公寓内部几种主要噪声源的测量实验结果表明,这些内部噪声源的声级较大,在公寓房间内所测结果普遍超过《绿色校园》的标准限值. 研究结果还表明,这些公寓内部噪声中,对学生干扰最大的几种噪声分别是隔壁宿舍的关门声、走廊同学的说话声和阳台用水声.

3) 学生在从事不同行为活动时受噪声干扰的程度明显不同;即便是同一种噪声,它对不同行为下学生的干扰程度也有明显差异. 其中,即将入睡行为最易受噪声干扰,其次是看书学习和正式睡眠,而休闲娱乐受干扰最小.

4) 主客观结果对比分析表明:携带语音信息的噪声更易对学生带来干扰;另外,不考虑声源的其他性质对主观感受的贡献时,公寓关门声更适宜归为高脉冲声一类.

参考文献:

[1] 郇皓. 高校绿色校园建设问题研究:以清华大学为例[D]. 长春:东北师范大学,2014:1-2.

[2] 中国城市科学研究会绿色建筑与节能专业委员会,同济大学,中国建筑科学研究院. 绿色校园评价标准: CSUS/GBC 04—2013[S]. 上海:中国城市科学研究会绿色建筑与节能专业委员会,2013:1.

[3] 杜鑫,郭立伟,龙雄军. 大学生公寓噪声状况的问卷调查与分析[J]. 华中建筑,2008,26(12):36-41.

[4] CALLERIA C,ROSSIB L,ASTOLFIA A,*et al.* Drawing the city with the ears: Urban spaces comprehension and design through auditory perception[J]. *Energy Procedia*,2015,78:19-24.

[5] 欧达毅,麦卓明. 管道内部扰流板流噪声分析方法综述[J]. 建筑科学,2014,30(4):115-120.

[6] 欧达毅. 建筑窗体低频隔声性能综合分析[J]. 建筑科学,2013,29(12):6-10.

[7] 徐欢,欧达毅. 福清市中小学教室声环境调查与评价[J]. 建筑科学,2016,32(4):77-86.

[8] 徐欢,欧达毅. 教室声环境研究进展综述[J]. 建筑科学,2015,31(8):35-40.

[9] LEUSA M,HERSSENSB J. The soundscapes of antwerp: A study on the acoustic genius loci[J]. *Energy Procedia*, 2015,78:25-30.

[10] 闫海燕. 西安地区高校学生公寓绿色声环境研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2005:14-85.

[11] 吴成,吴向阳,卢伟佳. 深圳大学学生公寓环境噪声的主观评价[J]. 应用声学,2014,33(3):238-244.

[12] 师玮,孙殿超,张小龙,等. 高校学生公寓绿色声环境研究:以西北师范大学为例[J]. 安徽农业科学,2011,39(5):2962-2965.

[13] 牛志睿,庞康,盖伟东,等. 延安大学学生公寓环境噪声测量与评价[J]. 延安大学学报(自然科学版),2015,34(1):84-87.

[14] 苏万庆. 创新和成长导向下的大学校园声环境及建设策略研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2013:98-102.

[15] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 民用建筑隔声设计规范: GB 50118—2010[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2010:6,32-35,82-83.

[16] 毛富强. 医学行为学[M]. 北京:清华大学出版社,2012:71-72.

[17] 中国科学院声学研究所,同济大学声学研究所,上海市环境科学研究院. 声学 环境噪声的描述、测量与评价 第1部分基本参量与评价方法:GB/T 3222.1—2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006:5-11.

[18] 惠二青,黄钰铃,王林伟,等. 教学区声环境舒适度阈值探讨[J]. 噪声与振动控制,2007,27(3):110-112.

[19] 贾继彦,李念平,潘尤贵. 教室声环境的主观反应及烦恼度阈限值的探讨[J]. 环境污染与防治,2002,24(6):365-367.

[20] 吴成. 高校学生公寓环境噪声及学生烦恼度阈限值的研究[D]. 深圳:深圳大学,2013:76-86.

(责任编辑:黄晓楠 英文审校:方德平)