

文章编号: 1000-5013(2008)04-0614-04

生态住宅的声环境设计对策

赵 祥, 梁 爽

(西南科技大学 土木工程与建筑学院, 四川 绵阳 621010)

摘要: 分析影响建筑声环境质量的主要因素,提出改善生态住宅声环境的建筑设计对策。对于室外噪声的处理,应考虑采用规划布局和建筑设计手段,即通过合理布置噪声源,控制道路交通噪声,设置绿化带降噪,并优化住宅平面布局与立面设计,来消除噪声污染的影响;而对于室内噪声的处理,应考虑针对不同的建筑构件采取必要的隔声构造措施。

关键词: 声环境; 生态住宅; 噪声控制; 建筑设计

中图分类号: TU 112.4

文献标识码: A

建筑声环境是指室内、外各种噪声源在建筑内、外部环境中形成的,对使用者在生理上和心理产生影响的声音环境。据中国环境监测总站发布的《2003年城市声环境质量报告》指出,全国大城市中的各类功能区噪声,除3个城市全部达标外,其余城市均有不同程度超标,且夜间比昼间超标率高,交通噪声和区域环境噪声属重度污染的城市占3.2%和0.6%。据46个城市的统计,约有1%的人口处在噪声重度污染区域(等效声级 $\text{dB(A)} > 65.0$)。2001年6月,建设部科技司公布了《绿色生态住宅小区建设要点与技术导则(征求意见稿)》(以下简称《导则》)。它从能源、水、气、声、光、热、绿化、废弃物管理与处置、建筑材料系统等方面系统阐述了绿色生态住宅的技术标准,明确了生态小区及生态住宅室内的声环境指标。本文对影响建筑声环境质量的主要因素进行了分析,提出了改善生态住宅声环境的建筑设计对策。

1 改善声环境的建筑设计措施

1.1 总平面设计

1.1.1 总体规划布局 在严重的城市环境噪声背景中,生态住宅区的规划应当把防止噪声污染作为设计目标之一,建筑布局切忌片面追求景观效果而不顾声环境质量。小区总体布局应避免住宅与工业、商业用房混合布置,临街宜作商业或辅助用房,并平行于街道布置,有利于形成声屏障,阻止噪声进入小区内。小区内部产生噪声的建筑如设备房等宜集中布置,并预留防护距离,在其间设置绿化带、声屏障或辅助建筑隔离噪声。工程实例如英国纽卡斯特城的拜克住宅区,其东北两面紧邻城市干道,为防止交通噪声干扰设计建造了约2万 m^2 的一条周边式布置的住宅,在临干道一侧只开很少的窗,配合其他的设计措施,形成了隔声屏障。又如北京西罗园11号住宅小区,面临铁路线,噪声污染严重。在规划阶段沿铁路线布置了高层板式住宅楼,形成隔声屏障。高层板楼面对铁路一边为次要房间,并有封闭走廊,主要居室面向小区内部,降噪效果明显^[1]。

1.1.2 合理布置噪声源 在进行住宅区总体布局前应充分掌握小区内的噪声源分布,并对住宅间距、朝向及位置等作综合考虑。要求安静的建筑宜设置于主要噪声源夏季主导风向的上风侧。对于学校操场、幼儿园、游戏场、菜市场等噪声源,尽量不布置在条形住宅楼围合的户外空间,以减少户外活动噪声等形成的混响声场对住户的干扰。锅炉房、水泵房、变电站等设施,除与住宅楼保持距离外,其建筑构造应做特殊防噪处理。

收稿日期: 2007-12-07

作者简介: 赵 祥(1971-),男,副教授,主要从事建筑设计理论教学的研究。E-mail: arlex_zhao@163.com.

基金项目: 四川省教育厅自然科学基金资助项目(051128)

1.1.3 控制道路交通噪声 机动车造成的道路交通噪声是城市噪声污染的最重要因素。由于交通噪声的强弱主要与流量和车速有关,所以通过控制车流量或限制车速可以降低小区内的交通噪声。在规划上人车分流的交通组织使车辆行人各行其道,在小区入口将车辆直接引入停车场,可以杜绝交通噪声深入内部。对于必须进入小区内部的道路,将其线形设计为多弯道或尽端路,在路面上设置减速带,可以有效地降低车辆行驶速度,从而使交通噪声得到控制。如德国汉堡斯台尔斯荷普小区20个组团均在入口处设停车场,车辆不进入小区内部;北京恩济里小区主路为线形曲折,组团道路为尽端路,车辆进入后不得不减速,降低了交通噪声^[1]。

1.1.4 设置绿化带降噪 绿化带具有一定隔声能力。据测定,绿篱能反射75%的噪声,25~30 m宽的乔灌木结合绿化带最大可降低噪声12 dB^[2]。但城市中住宅后退道路用地紧张,靠大面积绿化降噪不现实。所以绿化隔声带在宽度、高度、位置上应合理配置,高中低多层次结合,选择叶片大而密集、枝叶下垂的树种。

1.2 住宅平面布局与立面设计

1.2.1 住宅平面布局 在住宅内部,厨房、卫生间和临楼梯、电梯处易于产生噪声,而卧室和书房要求安静,客厅则可接受稍高的噪声。因此住宅平面布局首先要将要求安静的房间背向噪声源,这样可减少进入室内的噪声;其次明确动静分区,将厨房、卫生间与设备房等产生噪声的房间集中布置,并尽量远离书房和卧室,在两者中间插入起居室或餐厅作为缓冲空间。为了隔绝住宅内部的撞击声在上下层间的传播,在剖面上要将动静空间上下对齐,不能错位。厨房、卫生间不应设在卧室、起居室的直接上层,高层住宅的电梯井道和机房侧壁与贴邻房间尽量用通风道、电缆井等隔离,切断振动的传递路径。

1.2.2 住宅立面设计 建筑立面是隔绝外界噪声的屏障,而门窗则是其隔声薄弱环节,因此只要能满足规定的采光、通风要求,门窗应尽量开小。当前随处可见的大面积外凸飘窗不利于隔绝噪声,应综合立面造型、外界噪声情况、采光通风要求确定窗口大小。建筑师在立面设计中常用通长带形窗,但往往到施工完毕才发现由于带形窗横跨相邻房间,噪声不能被完全阻断造成互相影响,因此要做好此处的隔声构造设计。由于噪声传播有方向性,所以将开窗方向避开噪声源形成锯齿状、波浪状窗也可以减少噪声传入。

阳台不仅是住宅中必须的生活空间和立面上的重要构图元素,还对交通噪声有一定的衰减作用。在住宅的立面设计中,应充分利用阳台降低室内噪声。根据弗雷克的模型研究表明,长为3 m,高为1 m,外伸为1 m的阳台对噪声的最大衰减量可达6 dB,全封闭阳台或外廊与双面粉刷的砖墙组合,隔声量可达20 dB(A)以上^[3]。阳台内的噪声主要是上层阳台底面的一次反射声,在阳台底面贴吸声材料最大可降低噪声达6 dB(A)^[4]。阳台栏板构造处理为实体、上沿外挑等形式可增加声波的反射,也能起到减噪作用。

1.3 临街住宅建筑的设计

繁华街道两侧是建造商住楼的黄金地段,但临街住宅面临强烈的交通噪声干扰。《GB 3096-93 城市区域环境噪声标准》规定,交通干线两侧昼间允许噪声标准为70 dB(A),《导则》允许的住宅室内噪声标准为35 dB(A)。调查表明,在开窗情况下,建筑室内声级比室外约低10 dB^[5]。这样即使室外环境噪声达标,住宅室内噪声也会大大超标。因此,对噪声标准要求较高的绿色生态住宅小区,宜将商业建筑、停车场等布置在临街面,形成住宅的声屏障。

对必须临街布置的住宅,应在设计中考虑隔绝交通噪声的措施。实测研究表明,临街建筑受交通噪声影响最大的楼层出现的位置是,楼前有高大树木时在6~8层,楼前无高大树木在3~6层,若有高架桥,9层附近声级最高。因此临街商住楼的4~9层是噪声防治的重点区域^[6]。由于建筑朝向无法改变,可采取增大噪声传播距离、设置缓冲空间等措施。如面对道路设置厚重的外墙或多层复合墙、封闭的外廊、隔声效果好的双层窗等。

2 改善声环境的构造设计措施

2.1 墙体

《导则》要求生态住宅分户墙隔声量不低于50 dB,240 mm厚实心粘土砖双面抹灰墙体的计权隔

声量 54 dB,能满足要求.由于实心粘土砖已被禁用,而替代墙体材料如混凝土空心砌块、多孔砖等一般难以满足该隔声标准,应在构造上予以加强.对于单一材料墙体,加大材料的容重或墙厚虽可增加隔声量但不经济,采用轻质多孔材料如加气混凝土或泡沫混凝土做墙体材料,可协调这一矛盾.根据测定,150 mm 加气混凝土墙双面抹灰,计权隔声量可达 54 dB.

住宅的户内隔墙常用轻、薄的纸面石膏板、纤维板、硅钙板、埃特板、莱特板等板材,由于其隔声性能差,可将其做成有空气间层的双层墙以改善隔声性能.实验表明,如果 2 层石膏板间的空气层厚度达到 75 mm,墙体隔声量可增加 8~10 dB;双层 75 mm 厚的加气混凝土,中间 100 mm 空气隔层计权隔声量可达 54 dB.如在空气间层中填充玻璃棉、矿渣棉等轻质多孔材料,墙体隔声量可以显著提高^[7].

墙体上的缝隙和孔洞对其隔声性能影响很大.实验表明,开敞的孔洞会明显降低墙体的空气声隔声性能.如 10 m² 的墙体上 0.1 m² 的孔洞,40 dB 的隔声量就会减低到 20 dB^[8].因此应做好孔洞部位的密封构造设计,管道穿墙处应用套管与结构分离,套管与管道的间隙用柔软材料填实后用密封胶封严.

2.2 门窗

门窗是墙体隔声的薄弱构件,未作隔声处理的门隔声量约 15~20 dB,达不到《导则》规定的隔声标准.提高门隔声能力的关键在于提高门扇隔声能力及密封周边缝隙,如门扇采用复合材料或在夹板门空腹内填充吸声材料、门框与墙体间的缝隙加弹性松软材料(如软木、呢绒、海棉橡胶条等)或密封膏等密封.对于隔声要求高的房间,可在房门处设置过渡空间作为“声闸”,可大大增加隔声量.

住宅的窗起着采光通风的作用,但普通窗隔声能力很差,难以满足《导则》的外窗隔声标准,需要进行隔声处理.为此可采用带空气间层的双层玻璃窗,实验测定,空气间层厚度大于 80 mm 时,隔声量就可稳定达到 30 dB.若选用空气层中充惰性气体和内层镀膜的双层玻璃窗,则既可隔声,又满足了保温隔热的建筑节能要求.隔声双层窗的玻璃应至少有 2 层,互相不平行且不等厚,避免因吻合作用在临界频率上的隔声损失.此外,通过在窗内外附加隔声材料层也可降噪.比如使用吸声铝箔材料制成的镀膜隔音窗帘或在外窗临街一侧设置可调节角度的百叶,据测定,6 mm 的玻璃窗与百叶的组合在完全关闭时其平均隔声量可达到 22 dB^[3].

不管是否采用双层玻璃,窗框应使用隔声性能较好的材料如 PVC 塑钢或塑料窗,避免金属窗框产生声桥.在立面划分时减少可开启窗扇,扩大固定扇面积并采用较厚的玻璃,这样可以缩短窗扇的缝隙长度,减少由缝隙传入室内的噪声.

外窗的隔声作用只有在关闭时才能达到最大,一旦打开就会大大削弱,但为了通风又无法完全密闭,所以要协调窗的隔声、采光和通风这 3 方面功能的矛盾.目前,解决的办法有以下 3 种.(1)窗不开启只起隔声和采光的作用,用通风机和消声风道通风.(2)也可采用新型“交错开启式双层窗”,该窗内外层窗扇交错开启使声波衰减,在窗户开启的情况下可降低噪声 8~10 dB^[5].(3)对于高档住宅还可采用中央全新风系统来取代窗的通风功能,从而消除隔声的薄弱环节.

2.3 分层楼板

普通钢筋混凝土楼板采用刚性面层时,其撞击声压级在 80 dB(A)以上,不能满足《导则》中楼板隔绝撞击声的标准.楼板撞击声压级与楼板材料的弹性模量、容重等因素尤其是楼板厚度有关,相同材料的楼板,厚度增加一倍,楼板撞击声压级降低 3 dB,但会造成结构自重增加,房间净高减小,得不偿失.改善楼板隔绝撞击声性能的主要措施有以下 3 种.(1)在楼板面铺设弹性软质材料,如地毯、复合木地板、软木板、橡胶板等,可以改善楼板隔绝中、高频撞击声的能力.(2)在楼板面层、木楼板的龙骨下面设置片状、条状或块状的弹性垫层,形成“浮筑楼板”以减弱结构层的振动.(3)在楼板下设置由弹性挂钩连接的吊顶棚,可以显著提高楼板隔绝空气声和撞击声的能力.

浮筑楼板和吊顶棚是常用的楼板隔声处理材料,但在实践中往往因为一些设计缺陷影响了隔声效果.韩国开发的一种浮筑楼板的隔声新材料,同样楼板结构,铺设 15 mm 厚该材料作浮筑层后,楼板的计权标准化撞击声压级从 80 dB 降为 62 dB,满足了《导则》的楼板隔声要求^[8].对于隔声吊顶层,其材料不可带有穿透的孔洞和缝隙,吊顶与墙壁间也不能留有缝隙,以避免上部噪声的透射.

2.4 建筑设备

住宅室内的建筑设备会产生振动,形成噪声.为此,在设备选型时要尽量选择低噪声设备,设备用房

要采取减振措施.对于水泵等设备运行时沿设备基础、支撑构件、管路等部件将震动传递给建筑结构而产生的噪声,通过在设备基础底面铺设弹性垫层隔震、水管软连接、弹性支撑等措施可降低噪声,也可考虑在设备周边设置隔声屏障,隔绝向外界辐射的噪声.

住宅中贯通数层的给排水管、燃气管、排烟气通道,所产生的噪声沿管道向上下层传播,是不可忽视的噪声问题.可以考虑采用以下3种设计措施解决.(1)排水立管集中布设在管井内,井壁采取隔声材料砌筑.(2)优化室内管道布置,管道走向便捷少弯曲,不穿越非用水房间,尤其对于跃层、复式结构住宅,避免穿越上下层主要使用房间.(3)浴缸、马桶等冲洗设备与管道连接处宜采用柔性接头,管道支撑处用钢弹簧托座和橡胶垫代替刚性托座,以免将管道振动传递到建筑结构上.同时,为了降低水在管道中快速流动时产生的噪声,在满足使用要求的情况下应当首选低流速、水力条件好的管材和用水器具.如文[9]的低噪声PVC排水管,其排水噪声比普通PVC排水管约低5~7 dB(A).

3 结束语

《导则》中声环境的高标准反映了生态住宅在声环境质量上的特殊要求.因此,要建设名副其实的生态建筑、生态住宅、绿色生态小区,声环境问题是必须给予重视的重要环节.设计者应改变过分重视住宅物质环境、建筑艺术形象而忽视声环境的作法,在设计阶段通过综合运用规划布局、建筑设计和构造技术等手段,降低、隔绝住宅内外噪声,为城市居民创造一个安静、幽雅的居住环境.这不仅是社会进步对居住质量提出的更高要求,也是建筑师的职责所在.

参考文献:

- [1] 白德懋.城市空间环境设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2002.190-193,244.
- [2] 中国建筑标准设计研究所.全国民用建筑工程设计技术措施[M].北京:中国计划出版社,2003.7-8.
- [3] 柳孝图.城市公寓住宅的声环境[J].建筑学报,1988,3:23-25.
- [4] 刘少瑜,蒋国荣,刘继凯,等.高层住宅阳台对降低交通噪声的作用[J].噪声与振动控制,1999(3):10-11.
- [5] 秦佑国.城市住宅声环境[J].建筑,2002,5:51-53.
- [6] 赵敬源,张琳,霍小平,等.临街建筑声环境的研究与改善[J].西安建筑科技大学学报:自然科学版,2004,36(2):193-194.
- [7] 柳孝图.建筑物理[M].2版.北京:中国建筑工业出版社,2001.286-290.
- [8] 吕玉恒.隔声隔振世光消音剂[J].应用声学,2000(2):23.
- [9] 钟祥璋.PVC低噪声排水管的噪声特性[J].噪声与振动控制,1997(3):43.

Measures to Improve Acoustic Environment in Design of Ecological Residences

ZHAO Xiang, LIANG Shuang

(School of Civil Engineering and Architecture, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: The key factors affecting the acoustic environment of buildings are discussed, and the design measures to improve the acoustic environment of ecological residences are presented. To isolate residences from outside noise, some measures would be implemented, such as the rational planning layout, the proper building design, noise source arrangement, control of traffic noise, setting green belt. To mitigate the indoor noise, different construction measures would be taken according to different components of building.

Keywords: acoustic environment; ecological residence; noise control; architecture design

(责任编辑:黄仲一 英文审校:方德平)