

城市高架对周边住宅与商业建筑的噪声影响及优化路径

赵光¹ 刁春峰² 赵炳申¹ 张明宪² 赵军锋¹ 田建¹

1.石家庄市政工程有限公司, 河北 石家庄 050000

2.石家庄市建筑设计院有限责任公司, 河北 石家庄 050033

[摘要]随着我国城市更新与立体交通建设的推进,城市高架带来的噪声污染问题日益突出,成为制约周边住宅与商业建筑品质提升、影响居民生活质量与商业经营效益的关键因素。文中首先梳理城市交通噪声的分类及传播特征,明确城市高架噪声主要来源于轮胎-路面摩擦、发动机轰鸣及桥梁结构振动,且受交通时段、路段类型及周边环境的影响呈现明显时空分布规律。在此基础上,分别剖析高架噪声对住宅建筑(居住舒适度、居民身心健康、房屋居住价值)与商业建筑(工作效率、经营环境、商业效益)的差异化影响,揭示建筑布局、结构形式等因素对噪声接收量的调节作用。最后,从源头控制、传播路径阻断、受体隔声优化三个维度,提出低噪声路面推广、差异化声屏障设计、立体绿化打造及建筑隔声改造等针对性优化路径,构建“源头-路径-受体”协同治理体系。研究结果可为城市高架噪声污染管控、周边建筑品质提升提供理论参考与实践指导,助力实现城市交通与人居、营商环境的和谐共生。

[关键词]城市高架; 噪声污染; 住宅建筑; 商业建筑; 优化路径

DOI: 10.33142/sca.v9i4.19578

中图分类号: TU986

文献标识码: A

The Noise Impact and Optimization Path of Urban Elevated Roads on Surrounding Residential and Commercial Buildings

ZHAO Guang¹, DIAO Chunfeng², ZHAO Bingshen¹, ZHANG Mingxian², ZHAO Junfeng¹, TIAN Jian¹

1. Shijiazhuang Municipal Engineering Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

2. Shijiazhuang Architectural Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050033, China

Abstract: With the advancement of urban renewal and three-dimensional transportation construction in China, the problem of noise pollution caused by urban elevated roads has become increasingly prominent, becoming a key factor restricting the improvement of the quality of surrounding residential and commercial buildings, affecting the quality of life of residents and the efficiency of commercial operations. The article first sorts out the classification and propagation characteristics of urban traffic noise, clarifying that urban elevated noise mainly comes from tire road friction, engine roar, and bridge structure vibration, and is influenced by traffic periods, road types, and surrounding environments, showing clear spatiotemporal distribution patterns. On this basis, the differential effects of elevated noise on residential buildings (residential comfort, residents' physical and mental health, housing value) and commercial buildings (work efficiency, operating environment, commercial benefits) are analyzed separately, revealing the moderating effect of factors such as building layout and structural form on noise reception. Finally, from three dimensions of source control, propagation path blocking, and receptor sound insulation optimization, targeted optimization paths are proposed, including low-noise road promotion, differentiated sound barrier design, three-dimensional greening construction, and building sound insulation renovation, to construct a "source - path - receptor" collaborative governance system. The research results can provide theoretical reference and practical guidance for the control of urban elevated noise pollution and the improvement of surrounding building quality, helping to achieve harmonious coexistence between urban transportation, human habitation, and business environment.

Keywords: urban elevated road; noise pollution; residential buildings; commercial buildings; optimization path

引言

目前,我国的城市建设发展已进入到了一个新的发展方向,城市更新和品质提升是当前建设发展的核心思想。伴随着城市更新、立体交通,高品质住宅与商业综合体等项目的密集开展,导致交通噪声对商业、住宅建筑的影响问题矛盾性日益加重。一方面,由于道路的架高和拓宽使得噪声源音频升高(车流量的增大)并且具有更强的扩散性(声源高度的提升),车辆行驶噪声对周边建筑的影响日益加重;另一方面,伴随着部分车辆服役时间较长,设计比较落后,发动机、轴构件磨损严重,消声隔音效果差,会更加明显放大噪声的污染问题^[1]。同时,在新能源车车辆日益增多的情况下,高速行驶的轮胎与路面噪声正在占据更高的比重,更高的噪声频率叠加建筑运维过程中的固定噪声,进一步增加了噪声分析与处理的复杂性。据生态环境部统计,2023年全国环境投诉中,建筑噪声投诉占比达32%,已成为影响居民生活质量的首要环境问题之一。

1 城市交通噪声的产生以及传播特征

城市道路交通噪声主要包含以下四项:道路交通、轨道交通、航空噪声与船舶航运噪声四类,其中道路交通噪声影响等级最高、规模最大,覆盖整个城市建成区,受影响人口最多,24h持续存在,对市民的工作生活干扰最为显著;轨道交通噪声影响等级较高,沿线路呈带状分布,以近距离建筑的空气噪声与结构传声影响为主,运营时段集中;航空噪声影响等级为中至高,在机场及航线下方呈扇形辐射,声级高且突发性强,但仅局限于特定片区;船舶航运噪声影响等级相对偏低,仅沿江、沿海带状分布,影响范围与受影响人群均较小。噪声主要分类及影响见下表1。

表1 城市噪声主要分类情况

类型	主要产生原因	主要传播途径	影响等级
道路交通	发动机、轮胎、鸣笛、制动、气动	空气、路面、建筑反射	极高
轨道交通	轮轨摩擦、电机、制动、气流	空气、轨道结构、固体传声	高
航空噪声	发动机、气动、起降气流	大气传播、地面反射	中~高
航运噪声	声发动机、螺旋桨、鸣笛	空气、水体、码头结构	中~低

上述可见,城市高架噪声主要来源于车辆行驶过程中的轮胎-路面摩擦声、发动机轰鸣声、车辆鸣笛声,以及桥梁结构振动引发的二次噪声^[2],其中随着新能源汽车的普及,高速行驶下的轮胎-路面噪声已逐渐取代发动机噪声,成为高架噪声的主要来源。其传播具有明显的时空分布规律与场景依赖性,与高架路段类型、交通流量、车速

及车型占比密切相关——早高峰(7:00~9:00)、晚高峰(17:00~19:00)时段,车流量密集、车速波动大,噪声级显著升高;高架直线段噪声传播相对均匀,互通立交、匝道及隧道出入口等复杂路段,因车辆加速、减速、转向,易形成噪声叠加,污染范围更广。

在噪声的传播影响当中,大气环境、地貌类型及建筑环境的布局都会对其产生一定的影响。绿化带、坡道等地形可实现一定程度的噪声衰减,但现有高架周边绿化多以装饰为主,未经过降噪专项设计,且数量较少,几乎无衰减效果;行列式、围合式等不同建筑布局,会导致噪声出现反射、绕射现象,其中高层建筑受噪声影响的楼层范围更广,中低层因直接暴露于高架噪声辐射区,受影响更为明显。此外,高架与地面交通的噪声耦合传播,进一步加剧了周边建筑的噪声污染程度。

2 城市高速路对周边住宅建筑的影响

住宅作为人们居民最重要的生活环境,是满足人们生活最基本的物质空间,兼具:生活起居、休息睡眠、饮食烹饪、学习工作、私密交往、安全防护等众多核心功能,作为居民日常生活时间最长、最依赖的空间,住宅的舒适程度直接关系到人们的身心健康。因此,对噪声的敏感程度最高、对城市道路噪声的感知也最为直接。其影响主要可分为以下三个方面:居住舒适度、身心健康、居住价值,并且具有明显的差异化特征。

从居住性的角度分析,高架道路噪声干扰属于持续性干扰,对居住的舒适性破坏严重。根据实际监测数据显示,高架桥周边50m的范围内,住宅窗外1m内的噪声有极大概率超出55dB,高于《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中对住宅(昼间≤55dB、夜间≤45dB)的规定限值,部分与高架等高的紧邻楼层,夜间噪声等级甚至会超过60dB。并且,这种噪声的干扰还会长期贯穿居住者的日常生活,白天影响日常工作生活体验与休息,夜间则严重干扰睡眠质量,尤其是对老人、儿童等睡眠休息质量需求度高、噪声敏感的人群,长期处于此类环境中,极易引发情绪烦躁易怒、心态焦虑等负面情绪。

从身心健康的角度分析,高架车流噪声属于长期噪声影响,长时间处于这种环境当中,会对人体的听觉以及心、脑血管系统造成严重的潜在风险,同时也会强制影响工作、学习甚至娱乐、交谈的注意力集中程度,对身心状态造成不可逆的损伤。研究表明^[3],城市噪声的高频投诉区域主要集中于城市高架附近,其噪声的夜间睡眠干扰与白天噪声导致的无法正常开窗通风是最主要的投诉缘由。并且,无法开窗通风进而导致的居住环境的空气质量与健康问

题，也是由此引发的重要弊端。

从房屋财产价值方面分析，城市高速路的噪声问题是影响住宅价值的重要因素^[4]。相同房屋品质、相同配套环境以及同等面积大小的房屋，距离高架道路越近房价便会大打折扣。部分由于近邻修建高架的房屋，成交价值将会低于同品类住宅的 20% 以上，甚至部分房屋达到 30%。同时，近邻噪声污染源的房屋在住宅的出租与置换频率上也得到了大幅的降低，噪声的污染已成为制约房产价值的重要瓶颈。

需要注意的是，房屋建筑的高度、与高架的夹角以及建筑结构形式，均会对噪声的接收量产生影响。侧向高架的住宅相较于面向高架的住宅，噪声的接受量可低约 8~12dB；高度方面，三层上下噪声等级最高，有三层向上向两侧噪声等级会线性降低，但超过十层后受到声波反射、绕射叠加的影响，噪声干扰仍会较为明显；由于早期建筑高架数量较少、房屋高度较低、人们普遍的品质要求度不高等原因，导致住宅围护结构（外窗、墙体、楼板）隔声性能不足，进一步加剧了室内噪声污染，部分老旧住宅的外窗隔声量不足 25dB，无法有效阻隔高架噪声。

3 城市高架对周边商业建筑的噪声影响

对于商业建筑主要包含以下品类：商业办公类、休闲娱乐类、餐饮服务类、交易服务类等品类，作为人流密集的经营与业务类场所，高架噪声的影响主要体现在工作效率、经营环境、顾客体验等三种商业效益方面，与住宅噪声的影响具有明显的差异性，并且具有更加开放的影响范围。

从商业办公的角度分析，噪声的存在会直接干扰商业办公空间的工作效率与办公体验，中高频噪声的存在极易造成人员工作的注意力无法集中、沟通交流不畅，长时间处于噪声环境工作还会诱发烦躁、易怒、疲劳等负面情绪，降低办公专注度与工作效率。同时，高分贝的噪声还会影响到办公室安静的氛围与工作品质，影响公司会议、洽谈等业务的开展，降低客户到访的体验与企业形象，从而导致企业项目沟通不畅影响业绩，降低办公物业的租赁价值与商业吸引力。

从经营环境的角度分析，高架噪声破坏了商业场所的舒适氛围与购物、娱乐体验，以及经营者的工作状态与服务质量。同时，噪声也会干扰到商业场所的背景音乐、语音播报等，影响到正常的经营秩序。从顾客体验的角度看，高架产生的噪声会显著降低顾客的消费舒适度与停留时间，进而导致降低对该商区的消费选择。顾客处于商业街铺、综合体验入口时，会直接感受到噪声的干扰，尤其在休闲消费、餐饮娱乐等场景中，噪声会直接增加消费者的

不适感，导致减少停留或放弃消费。

从商业效益的角度分析，高架噪声会间接影响商业建筑的招商与经营业绩。一方面，噪声的污染会降低店铺的吸引力，优质商户通常会选择经营环境好、营销氛围舒适的区域，导致周边建筑招商困难，闲置率高，从而降低营销氛围，恶性循环。此外，噪声的存在还会降低建筑外立面的设计使用功能。为降低噪声的影响，部分商业建筑不得不减少窗户的数量与尺寸，导致室内通风和采光的不足，降低外立面美感的同时也影响使用体验，还会制约户外经营空间（如：露台、外摆区域），制约商业运营的灵活性。

4 城市高架噪声优化控制路径

4.1 源头控制

从噪声源的角度入手，减少和降低噪声的生成与发展，是控制噪声源污染的最根本解决路径。一是推广使用降噪路面，在高架临近建筑的区段铺设多空吸音沥青、橡胶降噪沥青等低噪声路面，对于降低高架主线及匝道等噪声敏感路段的噪音产生具有良好的效果。二是优化高架交通管理，引流管制、降低车速等措施，减少车辆怠速、加速、鸣笛等行为，降低噪声峰值；同时，合理调控车型占比，限制大型货车在高峰时段通行高架，减少高强度噪声源。三是加强高架桥梁维护，定期检修桥梁结构，减少车辆行驶过程中桥梁振动引发的二次噪声，确保桥梁结构的稳定性与降噪性能。

4.2 传播路径控制

在噪声传播路径上采取针对性措施，阻断噪声向住宅与商业建筑的传播，提升降噪效果。一是优化声屏障设计，根据高架路段类型、建筑布局，设计差异化的声屏障（透明 PC 板屏障、组合式吸隔声屏障），合理确定声屏障的高度、长度与安装位置，减少声绕射；对互通立交、匝道等噪声叠加区域，采用半封闭或全封闭声屏障，提升降噪效果，确保声屏障降噪量达到 15% 以上。二是打造立体绿化降噪带，在高架两侧及建筑周边，选择女贞、雪松等降噪效果好的树种，设计乔灌木搭配的立体绿化结构，利用植被的吸声、隔声作用，实现噪声衰减，同时兼顾景观性与生态性。三是优化建筑布局，对新建住宅与商业建筑，合理规划与高架的距离，避免建筑直接朝向高架；对已建建筑，通过优化建筑立面凹凸造型，减少噪声反射，降低建筑内部的噪声接收量。

4.3 受体控制隔声优化

根据不同建筑属性的功能性差异，进行差异化建筑隔声优化处理方案，进而提升建筑本身的噪声隔绝能力，优化生产生活环境。

针对住宅建筑,需要重点强化夜间的隔声性能,可采取可变隔声窗,实现昼夜之间的通风与隔声模式的切换,兼顾隔声与通风的要求。同时,还可进行围护结构的优化,增加墙体厚度、提升墙体与窗户之间的连接密闭性、采用吸隔声材料,提升墙体与楼板的隔声性能,减少噪声透射。

针对商业建筑而言,重点需要兼顾隔声性能与经营的要求,可以多使用高透明度的隔声采光材料,在临近街区橱窗和入口处设置透明的隔声屏障,既能阻隔噪声的影响,又不影响采光和顾客视线。还可进行室内空间的布局优化,将收银台、休息区等重要区域设置在远离高架的对向侧,减少噪声的干扰。在商业场所内部设置兼顾艺术造型的吸音遮蔽材料,优化背景音乐系统,利用音乐频率与噪声频率的叠加干扰效应,遮蔽掩盖部分噪声,提升顾客的体验感受。

5 结论

高架立体化交通的建设,是推动城市建设与发展现代化进程的必然选择,这就使得噪声污染成为制约高架周边住宅与商业建筑品质提升的重要因素。城市高架对住宅建筑的影响集中在居住舒适度、身心健康与居住价值,对商业建筑的影响则体现在经营环境、顾客体验与商业效益,二者的噪声需求差异明显,现有控制措施仍存在监测不精准、措施碎片化、差异化不足等痛点。

为更好地解决高架周边建筑噪声的污染问题,提升居

住、工作的生活品质,需要坚持:“源头减噪、路径阻隔、受体防护、智慧管控”的协同治理理念,从建筑的使用功能性角度出发,深度考量使用差异,设计差异化的优化控制方案,通过低噪声路面的推广、优化声屏障与绿化设计、提升建筑隔声性能、构建智慧监测体系等措施,实现噪声污染有效管控。这不仅对改善高架周边人居与营商环境,提升居民生活质量与商业经营效益具有良好的优化效果,还能为城市交通基础设施建设与生态环境治理提供参考,推动城市可持续发展。未来,随着噪声控制技术的不断创新与落地,有望逐步破解高架噪声污染难题,实现城市交通与人居、营商环境的和谐共生。

【参考文献】

- [1]李冰蓉.进一步推动交通噪声控制工作的发展[J].能源研究与管理,2015,11(2):115-117.
- [2]李张敏,冯雨婷,李青强,等.南京地铁高架线噪声调查及分析[J].科技与企业,2014,12(7):299-300.
- [3]吕昌明.市域(郊)铁路敷设方式应用研究[J].铁道标准设计,2026,12(4):11-12.
- [4]李张敏,冯雨婷,李青强.南京地铁高架线噪声调查及分析[J].科技与企业,2014,11(7):299-300.

作者简介:赵光(1974—)高级工程师,现就职于石家庄市市政工程有限公司。