

GIS技术在城市环境噪声中的应用研究

刘 燕 刘 洋 于秋颖 朱艳华

内蒙古自治区环境监测总站包头分站 内蒙古 包头 014060

摘 要：GIS技术凭借其强大的空间信息处理能力，在城市环境噪声管理中发挥了重要作用。本研究探讨了基于GIS的噪声环境评价方法和改善措施，包括数据采集、模型构建、评价指标确定及噪声监测系统的建立。通过GIS技术，可直观显示噪声分布，实现噪声的实时监控和预测。研究成果为城市规划和环境管理提供了科学依据，有助于降低噪声污染，提升居民生活质量，促进城市的可持续发展。

关键词：GIS技术；城市环境噪声；应用

引言：随着城市化步伐的加快，城市环境噪声污染问题愈发凸显，对居民日常生活和身心健康构成了严重威胁。地理信息系统（GIS）作为一种先进的空间信息处理技术，其在城市环境噪声监测与管理方面的应用潜力巨大。本研究旨在深入探讨GIS技术在城市环境噪声中的应用研究，以期通过科学的方法和手段，有效监测、评估并管理城市噪声污染，为构建宁静、宜居的城市环境提供技术支持和理论依据。

1 GIS 技术概述

1.1 GIS技术的基本概念

（1）定义与功能。GIS（地理信息系统）是一种融合计算机科学、地理学、遥感技术等多学科的空间信息处理系统，通过采集、存储、管理、分析和展示地理空间数据，为决策提供可视化支持。其核心功能涵盖数据输入（如遥感影像、地图数字化）、处理（格式转换、误差校正）、查询（空间定位检索）、可视化表达（专题图、三维建模）等，广泛服务于城市规划、环境监测、资源管理等领域。（2）数据管理与空间分析能力。GIS采用空间数据库管理矢量数据（点、线、面）和栅格数据（遥感图像、高程模型），支持多源数据融合与动态更新。空间分析是其核心优势，包括叠加分析（多图层要素交互运算）、网络分析（路径优化、资源分配）、缓冲区分析（周边影响范围测算）等，能从空间关系中挖掘隐藏规律，例如通过地形分析规划水利工程选址。

1.2 GIS技术的发展历程与现状

（1）从起源到现代应用的演变。GIS起源于20世纪60年代，加拿大推出首个实用系统CGIS，用于土地资源管理。70-80年代进入计算机化阶段，美国ESRI公司推出ArcInfo，推动行业标准化。90年代后随互联网技术发展，WebGIS实现数据共享；21世纪以来，移动GIS、云GIS和大数据融合加速，应用扩展至智能交通、应急救

灾等实时场景。（2）当前GIS技术的主要特点与发展趋势。当前GIS呈现智能化（AI辅助影像解译）、轻量化（移动端APP普及）、实时化（物联网数据接入）特点。发展趋势包括：与BIM（建筑信息模型）深度融合构建数字孪生城市；区块链技术保障空间数据可信度；元宇宙推动三维GIS场景沉浸式体验，未来将更深度嵌入社会治理与民生服务。

2 城市环境噪声污染现状分析

2.1 城市环境噪声的来源与分类

（1）交通运输噪声：由汽车、火车、飞机、轮船等交通工具运行产生。城市道路上，汽车的发动机轰鸣声、轮胎与地面摩擦声、喇叭声交织，尤其是在交通繁忙时段，主干道噪声可达70-80dB(A)。飞机起降时的巨大轰鸣，在机场周边数公里范围内都能造成严重干扰。（2）工业生产噪声：工厂车间内，机械设备运转、零部件撞击、气流排放等产生噪声。像钢铁厂、机械厂等重工业企业，噪声常高达80-120dB(A)，不仅影响工人健康，还会干扰周边居民生活。（3）建筑施工噪声：建筑工地中，打桩机、搅拌机、起重机、切割机等设备工作时发出尖锐、高强度噪声。施工噪声具有阶段性、突发性特点，其噪声值多在90dB(A)以上，在居民区附近施工时，对居民影响极大。（4）社会生活噪声：涵盖商场促销广播、娱乐场所喧闹声、广场舞音乐、邻里生活噪声等。这类噪声虽单个声级可能不高，但分布广泛且持续时间长，严重影响居民日常生活安宁^[1]。

2.2 城市环境噪声的危害

（1）对人体健康的影响：长期暴露在高分贝噪声环境中，首先损害听力，引发耳鸣、听力下降，甚至导致噪声性耳聋。噪声还会干扰神经系统，使人出现焦虑、烦躁、失眠、记忆力减退等心理问题，增加患心血管疾病风险，如高血压、心律不齐等。（2）对生活质量的影

响：夜间噪声干扰严重降低睡眠质量，导致第二天精神萎靡，影响工作效率。在学习场所，噪声使人难以集中注意力，降低学习效果。此外，长期受噪声困扰，还会破坏居民对居住环境满意度，影响生活幸福感。

2.3 城市环境噪声的监测方法

(1) 传统监测方法与GIS技术的结合：传统噪声监测依靠人工携带声级计在固定点位定时测量，数据离散、缺乏连续性。GIS技术融入后，可将离散监测数据与地理空间信息整合，通过空间插值生成噪声污染分布图，直观呈现噪声空间分布特征，分析其变化趋势，为精准治理提供依据。(2) 噪声监测设备的布置与数据收集：在城市不同功能区（如居民区、商业区、工业区、交通干道等）合理布置噪声自动监测站，确保全面覆盖。监测站配备高精度声级计、数据采集器，实时采集噪声数据，并通过无线传输技术将数据上传至监测中心。同时，利用移动监测设备，如车载监测系统，对重点区域或临时施工场地进行动态监测，补充固定监测站数据，实现全方位、动态化噪声监测。

3 GIS 技术在城市环境噪声监测中的应用

3.1 噪声源的精确定位

GIS技术通过空间数据整合能力，实现噪声源的精准定位。城市中布设的固定噪声监测站、移动监测车及便携式传感器，会同步采集噪声值与经纬度信息。这些数据传入GIS平台后，系统将噪声数据与电子地图的地理要素（如道路、厂区、施工围挡）关联，形成动态点位图层。通过空间关联分析，可快速锁定噪声源头：当某区域昼间噪声持续超过70dB，且监测点集中在主干道两侧时，结合交通流量数据，可判定为机动车噪声；若夜间突发高频噪声，且点位与建筑工地重合，则可定位为夜间违规施工。此外，GIS的缓冲区分析功能能计算噪声衰减梯度，排除远处声源干扰，最终确定噪声源的具体位置（如某座立交桥、某家工厂的生产车间）。

3.2 噪声传播路径的分析

(1) 结合城市地形、建筑物分布等信息，模拟噪声传播路径。GIS整合数字高程模型与建筑物三维数据，构建噪声传播模拟场景。在丘陵区域，系统通过坡度计算判断噪声反射方向——朝南陡坡可能将道路噪声反射至北侧居民区；在高层建筑密集区，GIS分析建筑间距与高度比，识别噪声绕射通道，如两栋10层建筑之间的20米空隙，可能成为低频噪声的传播路径。例如，模拟机场噪声时，GIS标记跑道周边30米高的防护林带，计算其对噪声的衰减率，进而生彩色路径图，直观呈现噪声穿越林带、绕过教学楼的扩散轨迹^[2]。(2) 预测噪声可

能影响的范围。基于传播模型，GIS生成不同声级的等值线。以铁路噪声为例，系统以铁轨为中心，结合轨距、列车时速等参数，计算出昼间60dB、夜间50dB的影响边界，叠加居住区图层后，可直接标注受影响的小区名称与户数。对于临时噪声源（如演唱会场地），GIS支持实时更新监测数据，动态调整影响范围：当声压级从85dB升至95dB时，系统自动将500米影响圈扩展至800米，及时推送预警信息至周边社区。

3.3 噪声污染程度的评估

(1) 利用GIS技术对收集到的噪声数据进行处理与分析。GIS对监测数据进行标准化处理，剔除风雨干扰导致的异常值后，通过反距离加权插值生成连续噪声面。系统支持多维度分析：时间上，对比工作日与节假日的噪声峰值差异，识别周期性污染；空间上，统计不同功能区的超标频次，如工业区夜间超标率达35%，商业区昼间超标率为20%。同时，GIS关联人口普查数据，计算各噪声区的受影响人数，为治理优先级排序提供数据支撑。(2) 划分噪声污染等级，制作噪声地图。GIS依据功能区噪声标准，将区域划分为四级：达标区（ $\leq 55\text{dB}$ ，绿色）、轻度污染（56-65dB，黄色）、中度污染（66-75dB，橙色）、重度污染（ $\geq 76\text{dB}$ ，红色），生成可视化噪声地图。地图可叠加规划图层辅助决策，如在重度污染的主干道两侧标注隔声屏障建议位置，在轻度污染区规划50米宽的绿化隔离带，为精准治噪提供直观方案^[3]。

4 GIS 技术在城市环境噪声管理中的应用

4.1 制定防治措施

(1) 根据GIS分析结果，制定针对性的噪声防治方案。GIS技术通过整合噪声监测数据与空间信息，为精准施策提供依据。例如，当噪声地图显示某区域夜间噪声峰值集中在建筑工地周边，且传播路径指向北侧居民区时，可制定“施工时段管控+局部隔声”的组合方案；若GIS分析发现主干道交叉口因频繁鸣笛形成噪声热点，可结合交通流量数据设计“分时段限行+智能监控”方案。通过叠加污染源、敏感点与传播路径图层，能避免“一刀切”式治理，优先解决影响范围广、危害程度高的噪声问题。(2) 如设置隔音屏障、优化交通信号灯设置、加强工厂监管等。在具体措施上，GIS辅助实现精准落地：针对铁路沿线噪声超标区，根据GIS模拟的声影区范围，在30米宽的敏感带内设置2.5米高的弧形隔音屏障，可使噪声衰减15-20dB；对拥堵路段，通过GIS分析车流停滞时长与噪声关联度，优化信号灯配时，将早高峰拥堵时段缩短20%，鸣笛噪声下降30%；对工业聚集区，依据GIS定位的高噪声工厂分布，环保部门建立“红黄绿”

监管清单,对红色预警企业安装在线监测设备,强制加装隔音罩,使其厂界噪声达标率提升至90%以上。

4.2 城市功能布局规划

(1) 利用GIS技术规划城市功能区域,减少噪声对居民区的影响。GIS通过空间适宜性分析优化功能分区:在新区规划中,将噪声预测模型与土地利用图层叠加,划定“噪声敏感区禁建带”——在高速公路两侧500米、机场跑道两端3公里范围内禁止布局居民区、学校;对旧城区,通过GIS评估现有布局缺陷,将位于工业区与居住区之间的闲置地块改造为公共服务区,形成缓冲带。某城市通过GIS重新规划后,新增居民区与主要噪声源的平均距离从800米增至1500米,噪声投诉量下降40%。(2) 设置绿化隔离带等降噪措施。GIS辅助设计高效降噪绿化系统:在交通干道与住宅区之间,根据噪声衰减模型规划“乔灌木”复合隔离带——10米宽乔木(如杨树)+5米宽灌木(如珊瑚树)+3米宽草坪的组合,可使噪声降低8-12dB。通过GIS匹配土壤、光照数据,选择本地适生植物,确保植被存活率达90%以上。某滨江路通过该方案改造后,沿线小区昼间噪声从68dB降至55dB以下,达到居住环境标准^[4]。

4.3 宣传教育与公众参与

(1) 通过GIS地图展示噪声污染分布与危害,提高公众环保意识。GIS噪声地图通过政务平台向公众开放,采用红($\geq 70\text{dB}$)、黄($60-69\text{dB}$)、绿($\leq 59\text{dB}$)三色标注污染等级,点击热点区域可查看噪声源类型、健康影响提示(如70dB以上易致听力损伤)。某社区通过电子屏滚动展示周边噪声地图后,居民对“噪声超标危害”的知晓率从35%提升至82%,主动投诉违规施工

的频次增加2倍。(2) 鼓励公众参与噪声防治活动。开发“全民测噪”微信小程序,公众可上传噪声录音与定位,数据实时汇入GIS系统形成crowdsourcing监测网络,环保部门根据反馈热点快速处置。某城市通过该方式,三个月内收集有效数据2300条,查处夜间违规施工37起;同时在GIS地图中标注公众可参与的绿化种植点、隔声屏障监督岗,吸引500余名志愿者参与,形成“技术监测+公众监督”的共治模式。

结束语

综上所述,GIS技术在城市环境噪声管理中的应用展现出了巨大潜力和价值。它不仅提升了噪声监测的精确性和效率,还为噪声源的识别和防控策略的制定提供了有力支持。未来,随着技术的不断进步和数据资源的日益丰富,GIS将在城市环境噪声管理中发挥更加重要的作用。我们期待更多创新性的研究和实践,共同推动城市环境噪声管理水平的持续提升,为居民创造更加宁静、舒适的生活环境。

参考文献

- [1]许玉超.生态环境保护工作的噪声污染监测[J].工程技术发展,2022,(05):56-57.
- [2]陈非.关于环境噪声监测中存在的问题分析及质量控制措施探讨[J].精品,2020,(04):41-42.
- [3]殷丽萍,王开德,王剑敏.基于生态环境治理预警系统的城市环境噪声污染监测技术的探讨[J].皮革制作与环保科技,2022,(09):93-94.
- [4]王剑平.城市环境噪声污染与监测技术研究[J].环境与发展,2022,(10):106-107.