

# 桩基施工低噪声振动控制的技术标准与工艺优化路径

邓从辉

安徽省地质矿产勘查局327地质队 安徽 合肥 230011

**摘要:** 桩基施工低噪声振动控制技术旨在保障施工效率的同时,减少对周边环境的噪声与振动干扰。其技术标准明确规定了施工噪声与振动的限值,以及监测与监管要求。工艺优化路径则通过优选低噪声设备、优化施工工艺、合理布局现场与隔音措施等,实现低噪声振动控制。同时,强化人员培训、引入智能化监测系统等措施,确保各项标准得到有效执行,推动桩基施工的可持续发展。

**关键词:** 桩基施工;低噪声振动控制;技术标准;工艺优化路径

引言:随着城市化进程的加速,桩基施工在各类建筑工程中扮演着至关重要的角色。然而,施工过程中产生的噪声与振动问题日益凸显,对周边居民的生活质量及生态环境构成了潜在威胁。因此,探索桩基施工的低噪声振动控制技术,制定科学的技术标准,并寻求工艺优化路径,已成为当前建筑行业亟待解决的重要课题。本文旨在深入剖析这一领域,为构建更加环保、和谐的施工环境提供理论依据与实践指导。

## 1 桩基施工噪声与振动控制的技术标准

### 1.1 噪声控制标准

(1) 白天与夜间施工噪声限值:桩基施工过程中,白天(6:00-22:00)作业时,噪声排放限值严格控制在70dB(A);夜间(22:00-次日6:00)作业时,噪声排放限值不得超过55dB(A)。若遇特殊工艺需连续施工,需提前向环保部门申请并获得批准,同时采取额外降噪措施,确保夜间噪声不突破限值。(2) 施工现场周围环境敏感区域和居民区的噪声控制要求:对于施工现场100米范围内存在学校、医院、居民区等环境敏感区域的情况,噪声级必须控制在60dB(A)以下。施工单位需在敏感区域边界设置噪声监测点,每小时记录一次数据,若监测值超标,应立即停工并采取整改措施,待噪声降至标准范围内方可恢复施工。

### 1.2 振动控制标准

(1) 振动传播范围与强度的限制:桩基施工产生的振动,在距离振源30米范围内,振动速度峰值不得超过10mm/s;30-50米范围内,振动速度峰值控制在5-10mm/s之间;50米以外,振动速度峰值需低于5mm/s。振动传播范围应通过专业仪器提前测算,施工时严格控制在预设安全范围内。(2) 对周边建筑物与设施的振动影响评估标准:施工前需对周边50米范围内的建筑物、地下管线等设施进行振动影响评估。评估内容包括建筑物结构稳

定性、管线接口密封性等。若振动可能导致建筑物出现裂缝、管线泄漏等问题,需制定专项防护方案,必要时对建筑物进行加固处理<sup>[1]</sup>。

### 1.3 标准执行与监管

(1) 建设单位的监督与检查职责:建设单位需定期对施工单位的噪声与振动控制措施落实情况进行检查,每周至少检查一次。检查内容包括降噪设备运行状态、振动监测数据记录等。对未按标准执行的施工单位,下达整改通知书,限期整改。(2) 噪声与振动监测的实施与反馈机制:施工单位应委托第三方监测机构,在施工期间进行噪声与振动实时监测。监测数据需每小时上传至监管平台,若出现超标情况,监测系统应自动报警,施工单位需在1小时内查明原因并采取控制措施,同时将处理结果反馈至建设单位和环保部门。

## 2 桩基施工低噪声振动控制技术

### 2.1 低噪声设备的应用

(1) 低噪声打桩设备的选用:优先选用配备变频调速系统的静音振动锤,其工作噪声可控制在75dB(A)以下,较传统设备降低20-30dB(A)。对于城市中心区域施工,推荐使用液压式静压桩机,利用液压装置产生的静压力将桩体压入地层,全程无冲击振动,噪声可低至65dB(A)。同时,根据桩体材质和地质条件,选择适配的低噪声钻孔设备,如全套管钻机,通过套管护壁减少钻进过程中的摩擦噪声。(2) 设备性能评估与维护保养要求:新设备进场前需进行噪声与振动参数检测,委托第三方机构按照《建筑施工现场环境噪声排放标准》进行性能评估,确保空载与负载状态下的噪声值均符合技术标准。建立设备维护台账,每周对静音振动锤的减震弹簧、液压管路进行检查,每月更换液压油滤芯;每作业50小时对静压桩机的夹桩机构进行润滑处理,避免因部件磨损导致噪声异常升高。

## 2.2 施工工艺优化

(1) 选择合适的打桩方法：在软土地层优先采用静压沉桩工艺，通过缓慢施加压力减少桩体与土体的剧烈摩擦，振动速度可控制在3mm/s以内；砂土层中选用低频振动沉桩，将振动频率调至15-20Hz，降低振动波的传播强度。禁止在夜间使用冲击沉桩工艺，确需施工时改用钻孔植桩法，先成孔后植入预制桩，减少冲击噪声。

(2) 优化桩基设计，减少噪声与振动产生：采用大直径空心桩替代传统实心桩，减少桩体与土体的接触面积，降低沉桩阻力；桩长设计时避开砂卵石夹层等硬土层，避免因反复冲击产生高频噪声。对于群桩基础，采用跳打施工顺序，间隔3-5根桩位交替作业，防止振动能量叠加<sup>[2]</sup>。(3) 改进施工工艺，提高施工效率与降噪效果：推行“预钻孔+沉桩”组合工艺：如劲性复合桩、根植桩、引孔+静压沉桩。其施工原理为先使用螺旋钻搅拌引孔；其后静压桩机沉桩，减少沉桩时的挤土效应和振动；沉桩过程中采用“分级加载”模式，每下沉1米暂停10秒，降低瞬时冲击力。引入智能控制系统，实时监测桩体垂直度与沉桩阻力，自动调整施工参数，避免因操作不当导致的噪声超标。

## 2.3 施工现场布局与隔音措施

(1) 合理布局施工现场，远离敏感区域：将打桩作业区设置在距离居民区、学校等敏感区域50米以上的位置，若场地受限，需通过三维建模模拟振动传播路径，调整作业区至振动衰减最快的方位。材料堆放区、加工区与打桩区保持30米以上距离，形成缓冲带，减少设备转运产生的附加噪声。(2) 设置隔音墙、隔音屏等降噪设施：在施工场界周边搭建高度不低于3米的混凝土隔音墙，墙体内部填充离心玻璃棉吸声材料，可降低噪声传播15-20dB(A)。针对打桩设备的高频噪声，在作业区周边架设可移动弧形隔音屏，采用铝合金框架与耐力板组合结构，隔音量达25dB(A)以上，且不影响施工视野。(3) 利用临时隔音屏障与吸声材料减少噪声传播：在桩机操作室安装双层中空玻璃隔声窗，室内铺设阻尼隔音地板，降低操作人员接触的噪声值至80dB(A)以下。对施工便道两侧的临时围挡进行改造，粘贴50mm厚聚酯纤维吸声板，吸收地面反射噪声；在振动设备底部安装弹簧减震器，配合橡胶垫双重减震，减少振动向地面的传递<sup>[3]</sup>。

## 3 桩基施工低噪声振动控制的工艺优化路径

### 3.1 设备选型与采购策略

(1) 低噪声、低振动设备的优先选择：建立设备选型评分体系，将噪声与振动参数作为核心指标，权重不

低于40%。优先采购通过欧盟CE认证或国内《低噪声施工设备评价标准》的机型，例如噪声值 $\leq 75\text{dB(A)}$ 的液压静压桩机、振动加速度 $\leq 5\text{m/s}^2$ 的变频振动锤。对打桩机、钻孔机等关键设备，要求配备主动降噪系统，如声波抵消装置，可进一步降低噪声10-15dB(A)。同时，结合工程地质条件针对性选型，软土地层优先选用静压设备，硬土层优先选用低冲击螺旋钻机，避免“大机小用”导致的能耗与噪声浪费。(2) 设备性能评估与长期维护计划：新设备进场前，委托第三方检测机构进行全工况性能测试，记录空载、半载、满载状态下的噪声频谱与振动频率，形成设备“噪声-振动特性曲线”。建立分级维护制度：日常维护（每日）检查设备消音器、减震垫完整性；定期维护（每月）对液压系统进行压力校准，避免因压力异常导致的噪声升高；专项维护（每季度）更换振动锤的耐磨衬套，确保振幅稳定在设计范围( $\pm 0.5\text{mm}$ )内。设立设备健康档案，通过振动传感器实时监测关键部件磨损情况，提前300小时预警维护需求，避免突发性噪声超标。

### 3.2 施工流程优化

(1) 科学规划施工时间，避免居民休息时间作业：严格执行“昼间施工(6:00-22:00)、夜间禁工”制度，确需夜间施工的（如连续浇筑），提前48小时备案并公告居民，作业时间压缩至22:00-00:00，且禁用冲击式设备。学校周边工地设置“静音时段”（7:30-11:30、14:00-17:30），该时段仅进行非振动作业（如钢筋加工），减少对教学秩序的干扰。(2) 合理调配设备，提高利用率，降低闲置率：采用BIM技术划分3-4个作业单元，实行“一机一区间”流水作业，设备利用率提升至85%以上。建立区域设备共享平台，同一片区多标段工程共享大型低噪设备，减少进场总量30%。通过物联网监控设备怠速，怠速超8分钟自动报警，操作人员需立即停机，将闲置率控制在10%以内。(3) 加强设备之间的协调作业，减少噪声与振动叠加效应：制定协同作业时刻表，相邻桩位打桩间隔 $\geq 12$ 分钟，避免振动波叠加。多设备同时作业时采用“错频法”，振动频率差值 $\geq 4\text{Hz}$ （如A桩机22Hz、B桩机26Hz），降低共振概率。群桩施工区设置振动监测点，数值达阈值80%时暂停部分设备，待衰减后交替作业<sup>[4]</sup>。

### 3.3 人员培训与管理

(1) 施工人员的专业培训，提高操作技能与安全意识：开展“低噪施工专项培训”，内容涵盖设备降噪功能操作（如变频调速切换）、异常噪声识别（如轴承异响特征），考核合格方可上岗。每月组织案例教学，分

析因操作不当导致的超标事件（如沉桩速度过快引发的振动峰值），强化“操作即控噪”意识。特种设备操作人员需持“低噪操作附加证”，该证书需通过设备厂家专项考核。（2）设立专门的噪声管理员，负责设备运行状态监控与噪声控制：每个作业面配备1名专职噪声管理员，持便携式声级计（精度±1dB）和振动测试仪，每2小时记录场界数据。建立“设备-管理员”绑定制度，实时检查消声装置、减震器状态，发现破损1小时内报修。每日提交《噪声控制日报》，包含超标次数、整改措施及效果验证。（3）强化现场管理制度，确保各项措施得到有效执行：实行“噪声控制奖惩制”，月度达标率100%的班组给予一定金额的奖励，超标1次则扣减相应的金额。设置“噪声曝光台”，公示违规操作（如夜间擅自使用高噪设备）。每周开展“无超标日”活动，当日无超标记录的作业人员获餐补奖励。监理工程师每4小时巡查降噪措施，发现问题签发《监理通知单》，要求24小时内整改。

### 3.4 智能化监测与管理系统的應用

（1）引入实时监测系统，监控噪声与振动水平变化：在施工场界布设8-12个智能监测终端（覆盖360°范围），实时采集噪声（量程30-130dB（A），精度±0.5dB）、振动（量程0.01-100mm/s，精度±2%）数据，每10秒上传至云平台。终端内置GPS定位与视频监控，可关联超标时的设备运行画面。系统支持手机APP远程查看，管理人员可实时掌握各监测点数据，生成动态热力图。（2）利用数据分析，及时调整施工策略，避免超标作业：系统自动生成“噪声-振动-施工参数”关联分析报告，识别关键影响因素（如沉桩速度每增加0.5m/min，噪声升高3dB）。通过机器学习算法预测后续2小时的噪声趋势，当预测值接近限值时，自动推送调整建议（如

降低液压压力至80%额定值）。每月生成工艺优化报告，统计不同设备、不同地层的噪声排放系数，为后续施工方案调整提供数据支撑。（3）建立预警机制，快速响应突发噪声与振动事件：设置三级预警阈值：一级（限值的80%）提醒管理员现场检查；二级（限值的90%）自动推送整改指令至班组长；三级（超标）立即触发声光报警，同时暂停相关设备。建立“15分钟响应机制”，三级预警后，技术人员需15分钟内到达现场，分析原因并采取措​​施（如更换减震垫、调整施工角度）。系统自动记录预警处理全过程，形成闭环管理档案，作为下次投标的环保履约证明。

### 结束语

综上所述，桩基施工低噪声振动控制技术标准与工艺优化路径的研究，不仅是对环保政策的积极响应，也是建筑行业可持续发展的必然要求。通过实施严格的技术标准，结合创新的工艺优化策略，我们能够显著降低施工过程中的噪声与振动影响，保护周边生态环境与居民利益。未来，随着技术的不断进步，我们有理由相信，桩基施工将实现更高效、更环保的目标，为城市的和谐发展贡献力量。

### 参考文献

- [1] 宋兰兰. 建筑设计中噪声与振动通病的防治探究[J]. 江西建材, 2020, 13(8): 64-65.
- [2] 范文斌. 建筑设计中噪声与振动的通病分析[J]. 砖瓦世界, 2020, 35(4): 101-112.
- [3] 张玉良. 桩基施工中的噪声与振动问题及其控制措施研究[J]. 建筑安全, 2022, 37(2): 47-50.
- [4] 程学军. 桩基施工中的噪声与振动问题及其控制技术[J]. 工程技术研究, 2021(7): 35-37.