

绿建理念下变电站建筑施工噪声污染控制技术研究

姜 钊

四川蜀电集团有限公司四川电力建设分公司 四川 成都 610000

摘要: 变电站建筑施工噪声污染严重。本文分析施工机械、活动噪声来源及传播特性,构建绿建理念下噪声污染控制技术体系,涵盖事前预测、噪声源控制、传播路径阻断、动态监测等,阐述实施保障措施,探讨新型检测技术、检测流程优化及智能化数据管理平台等发展趋势,为变电站施工噪声控制提供理论与技术支持。

关键词: 变电站建筑; 施工噪声; 绿建理念; 控制技术; 发展趋势

引言: 变电站建设是电网发展的关键支撑,但施工噪声污染问题突出。施工机械作业、施工活动开展等产生多种噪声,且声波传播受多种因素影响,在不同区域呈现出不同特性。噪声污染不仅干扰周边居民生活,还与绿建理念相悖。研究变电站建筑施工噪声污染控制技术,实现环保、低碳施工,对推动变电站工程可持续发展具有重要意义。

1 变电站建筑施工噪声来源分析

1.1 施工机械噪声

起重机作业时,吊臂旋转与钢丝绳摩擦产生持续机械噪声,重物起吊过程中因受力变化引发金属结构振动,形成低频噪声。挖掘机挖掘作业时,铲斗与土体或岩石撞击产生尖锐冲击声,发动机运转则释放持续的噪声,两种声音相互交织扩散^[1]。混凝土泵车通过高压将混凝土输送至浇筑点,管道内混凝土流动与管壁摩擦产生高频噪声,泵体液压系统工作时也会发出规律性振动噪声。电力设备安装阶段,变压器运行前的冷却系统调试,通风机叶片高速旋转切割空气产生气流噪声,气流流经格栅时形成湍流加剧噪声。线路架设过程中,导线张力调整引发的线路振动与杆塔碰撞产生间歇性击打声,部分高压设备通电测试时因电磁感应产生特有的电磁噪声,这类噪声频率稳定且传播距离较远。

1.2 施工活动噪声

电缆敷设时,电缆盘转动的摩擦声与电缆拖拽地面的刮擦声相互叠加,转弯处因受力增大,电缆与地面或支架的摩擦加剧,噪声强度随之升高。基坑开挖过程中,爆破作业会产生短暂而强烈的冲击噪声,非爆破开挖时,土方装卸与运输车辆倾倒车也会形成脉冲式噪声。材料搬运环节,钢材、管材等硬质材料在装卸过程中相互碰撞,产生清脆且穿透力强的撞击声,袋装材料抛投到地面的撞击声则相对低沉但持续时间较长。夜间施工时,环境背景噪声降低,机械与作业噪声更易凸

显,灯光照射下的施工区域成为噪声源中心,设备运转与作业声音在静谧环境中传播更远,对周边居民休息造成的干扰更为明显。

1.3 噪声传播特性

声波在传播过程中遇到建筑物墙面、地面等障碍物会发生反射,反射声波与原声波叠加形成声压增强区域,使局部区域噪声强度升高。遇到障碍物边缘或缝隙时,声波会发生衍射,绕过障碍物向阴影区域扩散,扩大噪声影响范围。不同声源产生的声波在传播中相遇,频率相近的声波相互叠加,导致某些区域噪声级显著提高。城市密集区建筑林立,声波在楼宇间多次反射形成回声,延长噪声存续时间,密集的建筑群也会阻挡部分声波传播,使噪声分布呈现碎片化。开阔地带无明显遮挡,声波可自由扩散,传播距离较远,风力变化会改变声波传播方向,顺风时噪声影响范围扩大,逆风时则有所收缩。地形起伏对噪声传播产生影响,低洼地带易形成噪声汇聚,高地则可使声波向更低区域辐射,加剧不同区域的噪声差异。

2 绿建理念下噪声污染控制技术体系

2.1 事前预测与规划技术

声学模拟预测技术通过专业软件建立噪声预测模型,输入施工设备参数、作业时间及场地地形等信息,模拟施工各阶段噪声在不同区域的强度分布。依据模拟结果可清晰识别噪声敏感区域,为优化施工平面布局提供依据,将高噪声设备布置在远离敏感区域的位置,减少对周边环境的直接影响^[2]。低噪声施工方案结合预测结果制定,通过调整高噪声作业的时间分布,将噪声较大的工序安排在接受能力较强的时段,同时优化空间分布,避免多组高噪声作业在同一区域集中进行,通过分散布置降低局部噪声叠加效应,从源头减少噪声集中爆发的可能性。

2.2 噪声源控制技术

低噪声设备选型注重选用电动化、液压化设备，这类设备运行时机械摩擦与振动较小，相比传统燃油机械能显著降低噪声输出。设备降噪改造针对高噪声设备开展，为发动机加装消声器减少排气噪声，在振动部件安装阻尼减振器抑制振动传播，对风机等设备设置隔音罩阻挡噪声外泄，通过多重措施降低振动与空气动力噪声。施工工艺优化从作业方式入手，采用静力压桩替代锤击桩，利用静压力将桩体压入地基，避免冲击产生的强烈噪声；非开挖技术通过地下钻孔铺设管线，减少地面开挖作业带来的噪声，从工艺层面减少冲击性噪声产生。

2.3 传播路径阻断技术

高效隔音材料应用选取铝纤维板、聚酯纤维棉、陶瓷纤维板等复合吸隔声材料，这些材料通过不同结构层的协同作用，既能吸收部分声波能量，又能阻挡噪声穿透。将材料组合使用构建隔音屏障或隔音棚，屏障高度与长度根据噪声源强度及传播方向确定，隔音棚覆盖高噪声作业区域，形成封闭空间限制噪声扩散。隔音结构优化设计结合声学原理，采用多层复合结构，各层材料分别针对不同频率的噪声发挥作用，提升对中高频率噪声的衰减效果，结构连接部位做好密封处理，避免缝隙漏声影响整体阻断效果。绿化吸声带设置在施工场地周边，选择枝叶茂密的乔灌木组合种植，形成多层次植被带，利用植物叶片的振动与散射作用吸收部分声波，枝叶间的空隙也能对声波产生一定的衰减，配合地面植被覆盖，进一步增强吸声效果。

2.4 动态监测与智能管理技术

现场噪声实时监测通过部署物联网噪声传感器实现，传感器分布在施工场地周边及关键作业区域，持续采集噪声数据并通过无线传输上传至云端平台，平台对数据进行实时处理与显示，直观反映噪声变化态势。智能预警与调控基于大数据分析噪声传播规律，当监测值接近预设阈值时，系统自动发出预警信号，提示启动相应的降噪措施，如自动调节设备运行参数或临时暂停高噪声作业，通过动态调整确保噪声处于可控范围。施工日志数字化管理详细记录每日噪声控制措施的实施情况，包括设备降噪改造效果、隔音设施状态及作业时间调整记录等，这些信息为后续工程的噪声控制提供参考，形成可复用的经验积累。技术体系各环节相互衔接，事前规划为源头控制与路径阻断提供方向，动态监测则为各环节效果评估提供依据，共同构成全流程的噪声污染控制闭环。

3 噪声污染控制技术实施保障

3.1 前期准备阶段

梳理材料与设备信息需全面收集降噪材料的性能参数、设备运行噪声指标，包括隔音材料的吸声系数、减振装置的阻尼系数，以及机械运行时的声压级^[1]。明确不同材料与设备在噪声控制中的适用场景，如高吸声材料适用于封闭空间，减振装置适用于振动强烈的设备。结合施工区域环境特征，若周边有居民区，需将噪声控制在更低水平，确定各阶段降噪目标与技术标准，目标设定需贴合实际施工条件，技术标准需覆盖材料选用、设备运行及作业环境等方面。划分样品检测区、试验区与废弃物处理区，样品检测区配备声学测试仪器，用于检验降噪材料的声学性能，确保材料符合控制要求；试验区选取与实际作业相似的环境，用于测试降噪技术的实际效果，为大规模应用提供依据；废弃物处理区设置专用容器，专门存放施工中产生的废弃降噪材料，避免不同区域功能交叉导致的污染，保障各环节有序开展。

3.2 施工过程阶段

规范设备操作流程针对不同设备制定专项操作规范，起重机需控制吊臂旋转速度，避免急停急转引发的额外噪声；混凝土泵车需定期检查管道连接处，防止因松动产生的异常振动声。明确启动、运行及停机的具体步骤，避免因操作不当导致设备异常振动或噪声突然升高。操作人员需严格按照规范执行，减少人为因素引发的噪声超标。定期维护降噪设备建立维护台账，记录设备运行时间与状态，按周期对隔音罩、消声器等降噪装置进行检查，查看隔音罩密封性能，清理消声器内部的灰尘与杂物，及时更换老化部件，清理堵塞的消声通道，确保其性能稳定。加强施工人员培训通过理论讲解与实操演示，使人员掌握噪声控制的基本原理与技术要点，熟悉降噪设备的使用与维护方法，提升噪声控制意识与技能，在作业中自觉采取降噪措施，如轻放材料、避免设备空转，形成全员参与的控制氛围。

3.3 结果评估与反馈阶段

对比降噪前后噪声数据从强度、频率分布及影响范围等方面进行分析，早晨与傍晚分别监测，观察不同时段噪声变化，评估不同控制技术的实际效果，判断是否达到预设目标。对于效果不佳的环节，深入排查原因，明确是材料选用不当、设备维护不足还是工艺执行不到位。建立噪声污染控制档案详细记录施工各阶段的降噪措施、实施过程及效果数据，包括材料更换记录、设备维护频次及噪声监测曲线，档案需完整保存，为后续类似工程的噪声控制提供技术支撑与参考案例。根据评估结果调整降噪策略，对效果显著的技术继续沿用并优化，如增加隔音材料的厚度；对存在缺陷的技术进行改进，如

调整设备维护周期,形成动态优化机制,使噪声控制技术始终与施工实际需求相匹配,持续提升控制效果。

4 噪声污染控制技术发展趋势

4.1 新型检测技术应用

超声波检测技术通过发射高频声波,接收反射信号分析噪声源位置与特性,声波穿透设备外壳后,根据反射波的时间差与强度变化,能精准定位设备振动部位或材料缝隙等噪声源头,识别因部件松动、磨损产生的缺陷。红外检测技术利用物体热辐射差异,通过热成像仪捕捉设备运行时的温度分布,温度异常升高区域往往对应摩擦加剧或振动异常的部位,这些部位通常是噪声异常点,实现非接触式的噪声源监测^[4]。光谱分析技术通过特定波长的光线照射材料表面获取反射光谱,不同化学成分的材料会呈现独特的光谱曲线,依据光谱特征快速识别材料化学成分,判断材料的吸声、隔声性能,为优化降噪材料选择提供依据,帮助筛选出更适配特定噪声频率的材料。这些技术的应用减少对噪声源的干扰,提升检测的准确性与效率,为针对性制定降噪方案奠定基础。

4.2 检测流程优化升级

数字化样品追踪系统为每个降噪材料样品赋予唯一标识,标识包含二维码或射频芯片,通过专用扫描设备记录样品采集时间、来源及检测进度,终端设备实时更新状态并同步至管理系统,实现从采集到检测的全流程可视化管理,避免样品混淆或遗漏。模块化检测作业模式将检测过程划分为样品预处理、参数测试、结果分析等独立模块,样品预处理模块负责清洁、切割样品至标准尺寸,参数测试模块专注于噪声相关性能检测,结果分析模块则对数据进行专业解读,每个模块配备专用设备与标准操作流程,不同模块协同作业,减少设备切换与等待时间,提升检测效率。统一的操作标准确保不同批次检测数据具有一致性,便于横向对比分析,流程优化使检测周期缩短,能更快反馈材料与设备的噪声性能。

4.3 智能化数据管理平台

构建噪声数据库整合不同施工阶段、不同设备类型的噪声数据,包括强度、频率及传播路径等信息,数据库定期更新纳入新的施工案例数据,通过算法分析挖掘噪声传播规律与关键影响因素,如温度、湿度对噪声传播的作用,设备运行参数与噪声强度的关联,以及不同地形条件下的噪声衰减系数。开发智能决策支持系统,输入施工环境、设备类型等参数后,系统能自动调用数据库信息,结合噪声传播模型生成多个降噪方案,方案包含材料选择、设备改造建议及预期效果,还能模拟不同方案实施后的噪声分布情况,为降噪方案制定提供科学依据。平台还能根据实时检测数据动态调整方案,当监测到噪声强度超出预期时,自动提示调整降噪措施,使噪声控制更贴合实际施工条件,提升整体管控水平。

结束语

变电站建筑施工噪声污染控制是绿建理念下的重要课题。通过构建完善的技术体系,做好实施保障工作,并紧跟新型检测技术应用、检测流程优化升级、智能化数据管理平台构建等发展趋势,可有效降低施工噪声。未来需持续探索创新,提升噪声控制水平,实现变电站施工与生态环境的和谐共生,为行业绿色发展提供有力保障。

参考文献

- [1]王永永,陈晓坤.绿建理念下变电站建筑施工噪声污染控制技术研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(6):109-111.
- [2]黄文强.智能监测系统在建筑施工噪声与污染控制中的作用研究[J].绿色建造与智能建筑,2024,(10):56-58+82.
- [3]扈文凯.建筑施工噪声污染防治[J].皮革制作与环保科技,2021,2(21):136-137.
- [4]孙瑾哲.建筑施工噪声防治环境监理策略[J].大众商务,2023(7):0232-0234.