

电网变电工程现场噪声智能检测系统设计及噪声管理方案

刘志强, 张利民, 焦平文

国网山东省电力公司建设公司, 山东 济南

收稿日期: 2022年2月17日; 录用日期: 2022年4月3日; 发布日期: 2022年4月11日

摘要

噪声问题作为现代城市环境污染的主要成分之一, 合理地治理噪声问题对人类的生活质量以及身心健康具有重要的意义。本文从电网变电工程现场的实际需求出发, 从噪声的实时监测, 可视化展示、噪声数据的传输与存储等方面, 结合1/3倍频程A声级噪声加权分析算法设计了电网变电工程现场噪声智能监测系统。试验结果表明, 该系统可以精确地监测到电网变电工程现场的噪声信号。同时本文从增强建设单位的防噪意识、加强噪声检测、加强噪声作业时间的控制、完善噪声机械的降噪措施等方面提出了电网变电工程施工期间的噪声控制方法, 形成了完整的施工场地噪声控制策略。

关键词

变电工程现场, 噪声智能检测, 噪声管理

Design of On-Site Noise Intelligent Detection System and Noise Management Scheme for Power Grid Substation Projects

Zhiqiang Liu, Limin Zhang, Pingwen Jiao

State Grid Shandong Electric Power Company Construction Company, Jinan Shandong

Received: Feb. 17th, 2022; accepted: Apr. 3rd, 2022; published: Apr. 11th, 2022

Abstract

Noise problem is one of the main components of modern urban environmental pollution. Reasonable treatment of noise problem is of great significance to human quality of life and physical and

mental health. Starting from the actual needs of the power grid substation project site, this paper designs an intelligent noise monitoring system for the power grid substation project site from the aspects of real-time noise monitoring, visual display, noise data transmission and storage, combined with the 1/3 octave frequency a sound level noise weighted analysis algorithm. The test results show that the system can accurately monitor the noise signal in the power grid substation project site. At the same time, this paper puts forward the noise control methods during the construction period of power grid substation project from the aspects of enhancing the noise prevention awareness of the construction unit, strengthening the noise detection, strengthening the control of noise operation time and improving the noise reduction measures of noise machinery, forming a complete noise control strategy for the construction site.

Keywords

Substation Project Site, Noise Intelligent Detection, Noise Management

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国电力市场的不断发展以及电力体制改革的进一步推进，我国将迎来以输变电工程为主要内容的电网建设的快速发展。然而在电网变电工程的建设中，工程现场的噪声问题亟待解决。电网变电工程施工现场中的机械噪声与施工噪声严重影响周边居民生活，噪声污染作为城市环境问题四大公害之一，对人体的身心健康与生活质量都有着不同程度的危害[1] [2]，如何治理变电工程现场的噪声是一个热议的话题。随着城市噪声污染的加剧，人们对噪声监测的关注度越来越高，对电网变电工程的现场噪声监测是一个必然趋势。

本文提出了一种电网变电工程现场噪声智能检测系统，该系统能够为电网施工单位解决电网工程施工期施工现场噪声检测和噪声指标超标问题，通过系统现场噪声检测仪以及通信设备，可在位于工程现场以及项目管理部的系统噪声显示装置上实时显示施工现场噪声情况。通过系统设定环保部门要求的电网工程施工噪声上限值，当现场噪声检测仪检测的噪声达到指标上限值或超过指标上限值时，系统噪声显示装置会向工程现场以及项目管理部发送预警，提示施工人员与项目管理人员合理控制施工现场造成噪声污染，提示施工人员与项目管理人员通过合理规划施工程序和施工工艺减少电网工程施工现场产生的噪声。

2. 系统功能

电网变电工程现场噪声智能检测系统[3]由环境噪声检测模块、噪声分析控制器、数据传输模块、施工现场显示系统、项目管理中心数据存储与显示系统组成。

环境噪声检测模块实现电网变电工程现场噪声检测。噪声分析控制器对环境噪声检测模块所测电网变电工程现场噪声进行技术处理，本地存储与远传；此外，控制器进行分析计算，判断电网变电工程现场噪声是否超过环保要求上限值。数据传输模块将噪声分析控制器技术处理后的噪声，经过无线、移动通信网络、有线网络，传输到项目管理中心数据存储与显示系统。施工现场显示屏在电网变电工程现场显示变电工程现场噪声，并显示变电工程现场噪声是否超过环保要求上限值。项目管理中心数据存储与

显示系统实现变电工程现场噪声数据信息的存储,在电网建设工程项目管理中心显示变电工程现场噪声,并显示变电工程现场噪声是否超过环保要求上限值。

电网变电工程现场噪声智能检测系统能够准确检测电网工程施工现场的噪声,并将噪声检测结果进行实时存储,并在电网变电工程现场以及项目管理中心进行实时展示。当噪声指标超过环保限值时,施工现场显示系统以及项目管理部显示系统进行噪声超标报警。

3. 系统架构

3.1. 环境噪声检测模块设计

环境噪声检测模块[4]实现电网变电工程现场各种环境噪声监测功能,其输出量以分贝的形式输出。系统使用的输出信号模式采用 I2C 总线模式,将环境噪声传感器安装于信号总线。模块内部将环境噪声传感器检测到声音信号经过噪声传感器、放大电路、模数转换等环节处理后,使用 1/3 倍频程 A 声级噪声加权分析算法将分析得到的离散信号转换为分贝值,其测量范围为 30~130 dB。

3.2. 噪声分析控制器

噪声分析控制器将环境噪声检测模块发送来的变电工程现场噪声分析数据进行技术处理,经过分析后将噪声检测数据进行本地存储,实现远程传输。同时,噪声分析控制器可手动设置电网变电工程现场噪声环保要求上限值,并将采集到的实时变电工程现场噪声与电网变电工程现场噪声环保要求上限值进行逻辑大小判断。

3.3. 数据传输模块

数据传输模块[5]采用支持各类移动通信的 4G 全频段的数据传输模块,实现电网变电工程现场噪声智能检测系统噪声检测信息的高保真传输。

3.4. 施工现场显示系统

施工现场显示系统[6],采用高保真 LED 显示系统,实现电网变电工程现场环境噪声实时显示,并显示电网变电工程现场噪声是否超过电网变电工程现场噪声环保要求上限值。

3.5. 项目管理中心数据存储与显示系统

电网变电工程项目管理中心数据存储与显示系统[7],实现变电工程现场噪声数据实时存储,并在计算机显示系统上实现电网变电工程现场环境噪声实时显示,显示电网变电工程现场噪声是否超过电网变电工程现场噪声环保要求上限值。

4. 噪声加权分析算法

4.1. 1/3 倍频程 A 声级噪声加权分析算法

电网变电工程现场噪声检测点的噪声振动能量经过环境噪声传声器和数据采集设备的采集后,将声压的脉动信号进行傅里叶处理,转换为计算机系统能识别的离散数字信号,可对离散数字信号进行 1/3 倍频程 A 计权网络曲线加权计算[8][9]后,得到噪声分贝值。

4.2. 算法实现过程

1) 计算 1/3 倍频带每个频带下单一有效声压计算

根据 1/3 倍频带划分,根据式(1)计算环境噪声传感器采集到的各频带单一声音信号的有效声压 p_e ,

$$p_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt} \quad (1)$$

式中： p_e 为有效声压， T 为测量有效声压的时间周期， p 为环境噪声传感器检测到的单一时间周期内 1/3 倍频带下每个频带单一声音信号的瞬时声压。

2) 合成 1/3 倍频带每个频带下各声场的总声压计算

根据式(2)，计算环境噪声传感器检测到的 1/3 倍频带每个频带内 n 个不同噪声源的总声压

$$p_e^2 = p_{e1}^2 + p_{e2}^2 + \dots + p_{en}^2 = \sum_{i=1}^n p_{ei}^2 \quad (2)$$

式中： p_e 为合成声场的总声压， p_{ei} 为第 i 个噪声源的声压。

3) 1/3 倍频带下各频带噪声声压级计算

根据式(3)，计算 1/3 倍频带下每个频带的噪声声压级

$$L_p = 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n p_{ei}^2}{p_0^2} \quad (3)$$

式中： L_p 为 1/3 倍频带下各频带噪声声压级， p_{ei} 为各频带第 i 个噪声源的声压， $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa，为基准声压。

4) 通过频带声压级，计算噪声总声压级，得到噪声分贝值

按照 1/3 倍频程频带范围的划分，求出每个频带的频带声压，并转换成分贝值。最终结果以柱状图的形式显示，即为 1/3 倍频程谱。计算出各频带声压级后，工程中通常采用能量求和法得到总声压级。总声压级和频带声压级的关系为

$$L_{pt} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^{30} 10^{L_{pi}/10} \right) \quad (4)$$

式中： L_{pt} 为环境噪声传感器检测到的噪声总声压级， L_{pi} 为第 i 个频带的噪声声压级。

根据各频带噪声声压级，按照式(4)计算环境噪声传感器检测到的噪声总声压级，即得到噪声的分贝值。算法流程如图 1 所示。

5. 系统仿真

使用所提的电网变电工程现场噪声智能检测系统方案搭建了噪声测试系统，系统包括环境噪声检测模块、噪声分析控制器、数据传输模块，以及施工现场显示系统、项目管理中心数据存储与显示系统。

图 2 为输变电工程现场噪声检测示意图，图 3 为电网输变电工程现场噪声检测项目管理中心数据存储与显示系统示意图。所搭建系统可对现场噪声进行实时监测，并在现场与项目中心实时显示与分析。

6. 噪声治理措施

6.1. 增强变电工程建设单位防噪意识

由于电网变电工程项目的进度和施工工序的更替，不同时期采用不同的施工机械和施工方法，例如在基础工程中，有挖掘沟道，平整和清理场地，打夯，打桩等作业。将在电网变电工程建设施工过程中产生噪声，夜间作业时工程噪音突出[10] [11]。

在电网变电工程施工建设过程中，现场施工中应该严格控制作业时间，避免夜晚连续施工作业。在特殊情况下更应该缩短或暂停施工作业，日间开展错时施工，将电网变电工程施工时间避开居民的休息

时间[12]。对于电网变电工程施工现场狭小无富余空间时科学布局施工设施和设备。对于电网工程施工噪声较大的施工设备，工作位置远离敏感点。

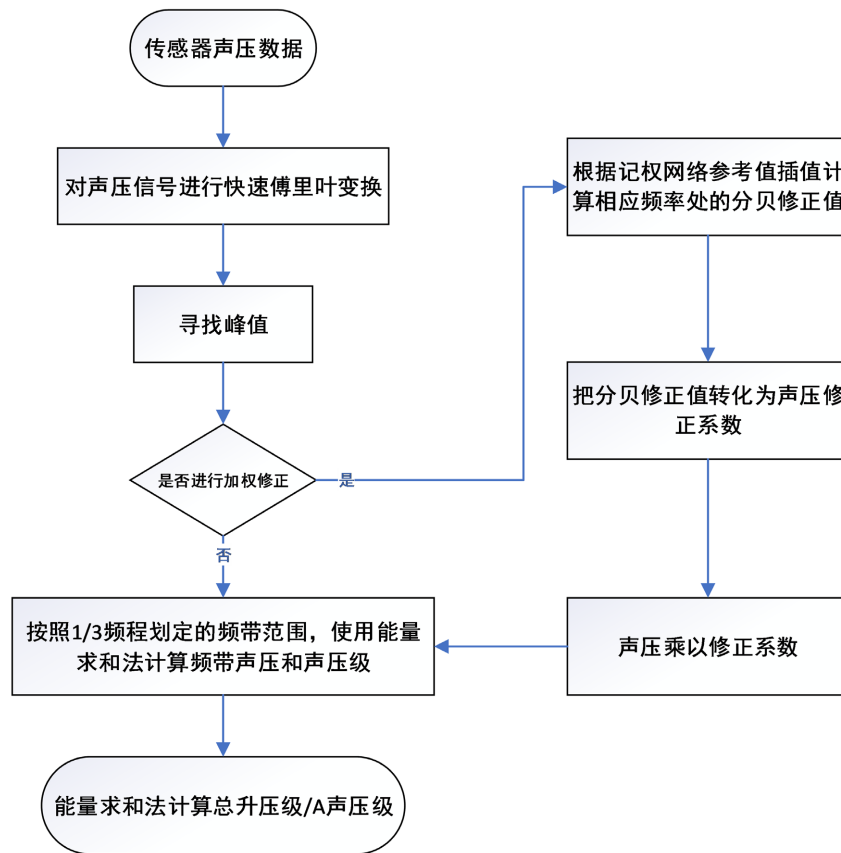


Figure 1. 1/3 octave to remember the sound pressure level algorithm flow
图 1. 1/3 倍频程记权声压级算法流程



Figure 2. Schematic diagram of on-site noise detection of power grid transmission and transformation projects
图 2. 1/3 电网输变电工程现场噪声检测示意图



Figure 3. Schematic diagram of data storage and display system of the on-site noise detection project management center of power grid transmission and transformation projects

图 3. 电网输变电工程现场噪声检测项目管理中心数据存储与显示系统示意图

6.2. 加强电网变电工程噪声监测

在电网变电工程的施工过程中要加强施工现场环境噪声的长期监测，采取专人管理的原则，根据测量结果填写电网变电工程建筑施工场地噪声测量记录表，凡超过电网变电工程施工场界噪声限值要求的，要及时调整施工现场噪声超标的因素，使施工噪声不扰民。要提升噪声监测数据质量，进一步规范管理，完善质量保证质量控制体系。保证历史监测数据的准确性、真实性。做好历史有效数据的记录、保存分析工作。

6.3. 增强噪声作业时间的控制

夜间噪声污染严重，危害大，因此在变电工程中应避免夜间施工。若变电工程施工地点在居民稠密区且需进行强噪声作业的，需控制作业时间，晚间作业在 22 时以前，早晨作业在 6 时以后，特殊情况需连续作业(或夜间作业)的，应尽量采取降噪措施，事先与周围群众、单位沟通，同时向主管部门备案后方可施工[13]。在电网变电工程施工期间，应当合理的安排施工程序，噪声较大的程序应当在一天中不敏感的时间段施工。另外，白天期间应该考虑午休时间合理安排使施工时间与人们的休息时间错开。

6.4. 加强建设施工噪声机械的降噪措施

在电网变电工程进行施工方案编制，如若经济条件，场地地质环境等条件允许时，应尽量使用较为先进的设备，不使用产生强噪声的设备。同时应选择先进的施工技术，不使用产生强噪声的施工技术[14]。

选用低噪声或配备降噪设备的电网变电工程施工机械，施工现场的强噪声机械设置封闭机械加工棚，减少强噪声扩散。

7. 结语

本文设计并搭建了电网变电工程现场噪声智能检测系统，系统可实现工程现场噪声的在线测量，测量结果准确快速，噪声监测系统无需专业人士进行操作，不需要人工测量，操作简单。噪声检测结果进行实时存储，在电网变电工程现场以及项目管理中心进行实时展示。当噪声指标超过环保限值时，施工现场显示系统以及项目管理部显示系统进行噪声超标报警。

同时本文提出了针对电网变电工程施工现场的噪声处理措施,从增强变电工程建设单位的防噪意识、加强噪声检测、强噪声作业时间的控制、强噪声机械的降噪措施等方面提出了电网变电工程施工期间的噪声控制方法。形成了完整的施工场地噪声控制策略。

参考文献

- [1] 全元,王翠平,王豪伟,苏晓丹,董仁才.基于无线传感器网的噪声监测系统设计与应用[J].环境科学与技术,2012,35(S2):255-258.
- [2] 贾秀磊.浅谈环境噪声监测中存在的问题及改进措施[J].资源节约与环保,2021(5):58-59.
<https://doi.org/10.16317/j.cnki.12-1377/x.2021.05.030>
- [3] 王良成,张秋梅.施工工地环境气象监测站的设计[J].福建电脑,2019,35(2):37-40.
<https://doi.org/10.16707/j.cnki.fjpc.2019.02.011>
- [4] 王哲.国投曹妃甸港智能感知数据监测系统设计与实现[D]:[硕士学位论文].秦皇岛:燕山大学,2020.
<https://doi.org/10.27440/d.cnki.gysdu.2020.001616>
- [5] 郭昊坤,吴军基.高压输电线路环境气象监测装置的研究与设计[J].电力学报,2017,32(4):318-322.
<https://doi.org/10.13357/j.cnki.jep.002659>
- [6] 薛苗,孙强,张力焘.吕梁市生态环境气象监测预报预警系统研究[J].农业技术与装备,2021(8):133-135+137.
- [7] 张秋梅.施工工地环境气象监测站设计[J].电脑与电信,2019(12):23-26.
<https://doi.org/10.15966/j.cnki.dnydx.2019.12.007>
- [8] 杨庆红,张仁亮,李红霞.1/3倍频A计权声级噪声评价分析[J].电声技术,2013,37(11):86-88.
<https://doi.org/10.16311/j.audioe.2013.11.002>
- [9] 张登攀,高志强.噪声1/3倍频程计权声级算法[J].河南理工大学学报(自然科学版),2013,32(6):709-712.
<https://doi.org/10.16186/j.cnki.1673-9787.2013.06.006>
- [10] 杨文江,朱海星,吕玉新.浅析企业厂界环境噪声监测中常见技术问题及其面临的风险[J].环境保护与循环经济,2021,41(11):71-74.
- [11] 张树杰.如何开展厂界噪声监测和背景噪声监测探讨[J].低碳世界,2021,11(9):11-12.
<https://doi.org/10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2021.09.005>
- [12] 高新亚,刘江豪,包春艳.环境噪声监测现状、问题及方法探讨[J].科技创新导报,2010(30):121.
<https://doi.org/10.16660/j.cnki.1674-098x.2010.30.010>
- [13] 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.
- [14] 王亚敏.建筑施工场地噪声污染控制策略研究[D]:[硕士学位论文].长沙:湖南大学,2019.
<https://doi.org/10.27135/d.cnki.ghudu.2019.000336>