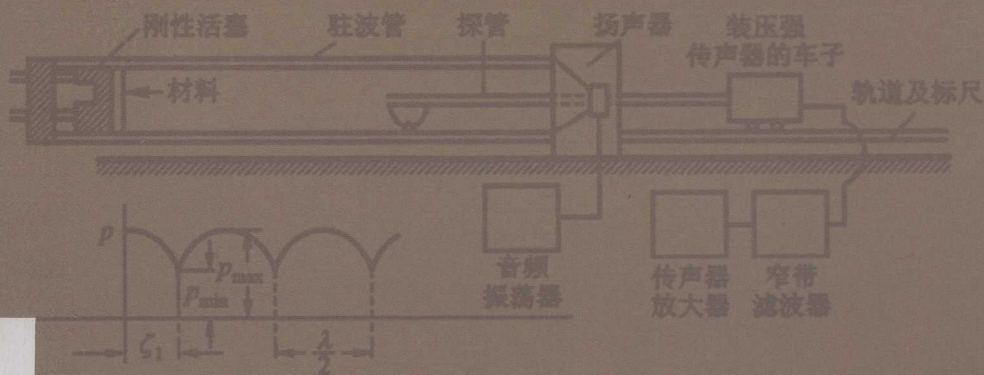


环境物理性污染控制 实验教程

郭婷 陈建荣 王方园 编著



X506
20



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

C14032248

X506
20

浙江师范大学资源分析与规划省级实

环境物理性污染控制 实验教程

郭婷 陈建荣 王方园 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社



北航 C1720546

X506
20

图书在版编目(CIP)数据

环境物理性污染控制实验教程/郭婷,陈建荣,王方园编著. —武汉:武汉大学出版社,2014.2

ISBN 978-7-307-11776-1

I. 环… II. ①郭… ②陈… ③王… III. 环境污染—污染控制—教材 IV. X506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 224205 号

责任编辑:谢文涛 责任校对:汪欣怡 版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:湖北民政印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:4.75 字数:110千字 插页:1

版次:2014年2月第1版 2014年2月第1次印刷

ISBN 978-7-307-11776-1 定价:15.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

“环境物理性污染控制实验”是“环境物理性污染控制技术”专业课程教学的重要环节和内容，是环境工程专业学生学完该门课程后，进行的一次重要实践训练，是理论联系实际的重要阶段。通过这一实践性教学环节，学生将掌握“环境物理性污染控制技术”课程的基本理论、基本设计程序和步骤，同时这门课程也将教会学生查阅资料的方法，提高学生运用所学课程知识分析并解决工程问题的能力。

本实验教程主要包含：噪声监测与控制实验 8 个，放射性监测试验 8 个和电磁辐射监测实验 2 个。

本教材可作为高等院校环境科学和环境工程专业学生的实验教材，也可作为从事环境物理性污染控制的专业人员的参考书。

作 者

2013 年 1 月

第一章 放射性监测实验	26
第一节 放射性活度的统计规律	26
第二节 物质对 γ 射线的吸收	29
第三节 放射性核素的衰变规律及半衰期的测定	31
第四节 α 能谱的认识	34
第五节 氡及其子体的放射性活度随时间的变化规律	36
第六节 氡仪的标定	40
第七节 NaI(Tl)闪烁谱仪	44
第八节 γ 射线通过物质后的能谱变化	46
第二章 电磁辐射监测实验	53
第一节 射频通信设备电磁辐射测量实验	53
第二节 移动通信站电磁辐射近场分布实验	56
附录 1 TFS-1352A 型可控式噪声声级计的使用说明	59
附录 2 PSJ-2 型声级计使用方法	61
附录 3 放射性实验的基本要求	62
附录 4 各类环境噪声标准	65
附录 5 电离辐射与电磁辐射环境保护标准	68
	72

目 录

第一章 噪声监测与控制实验	1
第一节 声源的声级测量	1
第二节 声源的声功率测量	4
第三节 噪声的实时频谱分析	7
第四节 城市区域环境噪声监测	9
第五节 城市道路交通噪声监测	12
第六节 工业企业噪声排放监测	16
第七节 驻波管法吸声材料垂直入射吸声系数的测量	20
第八节 混响室法吸声材料无规入射吸声系数的测量	22
第二章 放射性监测实验	26
第一节 衰变涨落的统计规律	26
第二节 物质对 γ 射线的吸收	29
第三节 放射性核素的衰变规律及半衰期的测定	31
第四节 α 能谱的认识	34
第五节 氡及其子体的放射性活度随时间的变化规律	36
第六节 氡仪的标定	40
第七节 NaI(Tl) 闪烁谱仪	44
第八节 γ 射线通过物质后的能谱变化	50
第三章 电磁辐射监测实验	53
第一节 射频通信设备电磁辐射测量实验	53
第二节 移动基站电磁辐射近场分布监测	56
附录 1 TES-1352A 型程式噪声声级计的使用说明	59
附录 2 PSJ-2 型声级计使用方法	61
附录 3 放射性实验的基本要求	62
附录 4 各类环境噪声标准	65
附录 5 核辐射与电磁辐射环境保护标准	68
参考文献	72

第一章 噪声监测与控制实验

第一节 声源的声级测量

目前,噪声已成为在世界范围内危害人类健康的重要因素,为三大公害之一。我国《工业企业噪声卫生标准》规定:对于新建、扩建和改建的工业企业,工人工作地点的连续噪声声级不得大于85dB(A),对于现有工业企业,不得大于90dB(A)。对于噪声进行正确的测量,是有效控制噪声的基础工作。

一、实验目的

- (1)通过实验,直观感受噪声级大小与听觉的关系,加深对噪声危害的认识。
- (2)了解声级计的构造及其工作原理,掌握声级计的使用方法。
- (3)掌握不同声源A声级的测定方法。
- (4)掌握声级测量中的各种计算方法,学会用图表进行分贝加减的快速计算。

二、实验原理

(一)声级计

声级计是最基本的噪声测量仪器,它是一种电子仪器,但又不同于电压表等客观电子仪表。在把声信号转换成电信号时,可以模拟人耳对声波反应速度的时间特性;对高低频有不同灵敏度的频率特性以及不同响度时改变频率特性的强度特性。因此,声级计是一种主观性的电子仪器。

(二)声级计的工作原理

声级计是噪声测量中最基本的仪器。声级计一般由电容式传声器、前置放大器、衰减器、放大器、频率计权网络以及有效值指示表头等组成。声级计的工作原理是:由传声器将声音转换成电信号,再由前置放大器变换阻抗,使传声器与衰减器匹配。放大器将输出信号加到计权网络,对信号进行频率计权(或外接滤波器),然后再经衰减器及放大器将信号放大到一定的幅值,送到有效值检波器(或外接电平记录仪),在指示表头上给出噪声声级的数值。

1. 传声器

传声器是把声压信号转变为电压信号的装置,也称为话筒,它是声级计的传感器。常

见的传声器有晶体式、驻极体式、动圈式和电容式等数种。下面介绍动圈式传声器和电容式传声器。

(1)动圈式传声器。由振动膜片、可动线圈、永久磁铁和变压器等组成声级计。振动膜片受到声波压力以后开始振动，并带动着和它装在一起的可动线圈在磁场内振动以产生感应电流。该电流根据振动膜片受到声波压力的大小而变化。声压越大，产生的电流就越大；声压越小，产生的电流也越小。

(2)电容式传声器。主要由金属膜片和靠得很近的金属电极组成，实质上是一个平板电容。金属膜片与金属电极构成了平板电容的两个极板，当膜片受到声压作用时，膜片便发生变形，使两个极板之间的距离发生了变化，于是改变了电容量，使测量电路中的电压也发生了变化，实现了将声压信号转变为电压信号的作用。电容式传声器是声学测量中比较理想的传声器，具有动态范围大、频率响应平直、灵敏度高和在一般测量环境下稳定性好等优点，因而应用广泛。由于电容式传声器输出阻抗很高，因而需要通过前置放大器进行阻抗变换，前置放大器装在声级计内部靠近安装电容式传声器的部位。

2. 放大器

一般采用两级放大器，即输入放大器和输出放大器，其作用是将微弱的电信号放大。输入衰减器和输出衰减器是用来改变输入信号的衰减量和输出信号衰减量的，以使表头指针指在适当的位置。输入放大器使用的衰减器调节范围为测量低端，输出放大器使用的衰减器调节范围为测量高端。许多声级计的高低端以 70dB 为界限。

3. 计权网络

为了模拟人耳听觉在不同频率有不同的灵敏性，在声级计内设有一种能够模拟人耳的听觉特性，把电信号修正为与听感近似值的网络，这种网络叫做计权网络。通过计权网络测得的声压级，已不再是客观物理量的声压级(叫线性声压级)，而是经过听感修正的声压级，叫做计权声级或噪声级。

计权(又叫加权)参数是在对频响曲线进行了一些加权处理后测得的参数，以区别于平直频响状态下的不计权参数。例如信噪比，按照定义，在额定的信号电平下测出噪声电平(可以是功率，也可以是电压、电流)，额定电平与噪声电平之比就是信噪比，如果是分贝值，则计算二者之差。这是不计权信噪比。不过，由于人耳对各频段噪声的感知能力是不一样的，对 3kHz 左右的中频最灵敏，对低频和高频则差一些，因此不计权信噪比未必与人耳对噪声大小的主观感觉能很好地吻合。

如何将测量值与主观听感统一起来呢？于是就有了均衡网络，或者叫加权网络，对低频和高频都加以适度的衰减，这样中频便更突出。把这种加权网络接在被测器材和测量仪器之间，于是器材中频噪声的影响就会被该网络“放大”，换言之，对听感影响最大的中频噪声被赋予了更高的权重，此时测得的信噪比就叫计权信噪比，它可以更真实地反映人的主观听感。

根据所使用的计权网不同，分别称为 A 声级、B 声级和 C 声级，声级计单位记作 dB(A)、dB(B)和 dB(C)。A 计权声级是模拟人耳对 55dB 以下低强度噪声的频率特性，B 计权声级是模拟 55dB 到 85dB 的中等强度噪声的频率特性，C 计权声级是模拟高强度噪声的频率特性。三者的主要差别是对噪声低频成分的衰减程度，A 衰减最多，B 次之，C 最

少。A 计权声级由于其特性曲线接近于人耳的听感特性，因此是目前世界上噪声测量中应用最广泛的一种，许多与噪声有关的国家规范都是按 A 声级作为指标的，但由于 A 计权所依据的灯响曲线经过多次修正后发生了很大的变化，A 计权的地位也正逐渐下降，目前比较流行的计权标准包括 NR, NC 灯标准。

4. 检波器和指示表头

检波器作用是把迅速变化的电压信号转变成变化较慢的直流电压信号。这个直流电压的大小要正比于输入信号的大小。根据测量的需要，检波器有峰值检波器、平均值检波器和均方根值检波器之分。峰值检波器能给出一定时间间隔中的最大值；平均值检波器能在一定时间间隔中测量其绝对平均值；除脉冲噪声需要测量它的峰值外，在多数噪声测量中均是采用均方根值检波器。

均方根值检波器能对交流信号进行平方、平均和开方，得出电压的均方根值，最后将均方根电压信号输送到指示表头。目前，测量噪声用的声级计，按表头响应灵敏度可分为四种：

(1)“慢”。表头时间常数为 1000ms，一般用于测量稳态噪声，测得的数值为有效值。

(2)“快”。表头时间常数为 125ms，一般用于测量波动较大的不稳态噪声和交通运输噪声等。快挡接近人耳对声音的反应。

(3)“脉冲或脉冲保持”。表针上升时间为 35ms，用于测量持续时间较长的脉冲噪声，如冲床、按锤等，测得的数值为最大有效值。

(4)“峰值保持”。表针上升时间小于 20ms，用于测量持续时间很短的脉冲噪声，如枪声、炮声和爆炸声，测得的数值是峰值，即最大值。

三、实验设备

(1)声级计；

(2)噪声源；

(3)皮尺等。

四、实验方法和实验要求

声级计使用正确与否，直接影响到测量结果的准确性。因此，有必要介绍一下声级计的使用方法及注意事项。

(1)声级计使用环境的选择，选择有代表性的测试地点，声级计要离开地面，离开墙壁，以减少地面和墙壁的反射声的附加影响。

(2)天气条件要求在无雨无雪的时间，声级计应保持传声器膜片清洁，风力在三级以上必须加风罩(以避免风噪声干扰)，五级以上大风应停止测量。

(3)打开声级计携带箱，取出声级计，套上传感器。

(4)将声级计置于 A 状态，检测电池，然后校准声级计。

(5)调节测量的量程。

(6)使用快(测量声压级变化较大的环境的瞬时值)、慢(测量声压级变化不大的环境中的平均值)、脉冲(测量脉冲声源)、滤波器(测量指定频段的声级)各种功能进行测量。

(7) 根据需要记录数据, 同时也可以连接打印机或者其他电脑终端进行自动采集。整理器材并放回指定地方。

(8) 背景噪声修正, 测量中除了被测声源产生的噪声外, 还会有其他噪声(背景噪声, 或称本底噪声)存在。背景噪声会影响测量的准确性, 需要加以修正。可按背景噪声修正曲线进行修正或按表 1-1 进行修正。

表 1-1 背景噪声修正表

总的噪声级与背景噪声级之差(dB)	3	4~5	6~9	≥10
从总的噪声级读数中减去的 dB 数	3	2	1	0

由表 1-1 可知, 若两者之差大于 10dB, 则背景噪声的影响可以忽略。但如果两者之差小于 3dB, 则表明所测声源的声级小于背景噪声声级, 难以测准, 应设法降低背景噪声后再测。

五、实验内容

- (1) 通过调节听觉实验装置的声级和频率大小, 感受单一频率噪声的听觉印象。
- (2) 测量 1~2 个声源的 A 声级, 并减去本底噪声的影响。
- (3) 测量并验证两个或者两个以上声源的声压级和总声压级的关系。
- (4) 针对同一声源分别测量 A、C 计权声级, 大致判断该声源的频率特征。

六、实验报告要求

根据实验测量记录, 按实验内容分步编写实验报告。

- (1) 绘制测量示意图, 标明测量仪器与声源的位置关系, 写出本底噪声修正的过程。
- (2) 验证两个或两个以上声源的声压级和总声压级的关系是否符合理论计算, 如有误差, 分析其原因。
- (3) 对同一声源分别进行 A、C 计权声级实测比较, 分析差异性。

七、思考题

1. 声压和声压级之间有怎样的关系?
2. 分贝加减的适用条件是什么?

第二节 声源的声功率测量

一、实验目的

- (1) 掌握声源声功率的测量方法和测量步骤。
- (2) 理解掌握声源声功率的物理意义。

二、实验原理

声源的声功率是衡量声源每秒辐射的总声能的量。测量声功率有三种方法：①混响室法，②消声室或半消声室法，③现场法。

(一)混响室法

混响室是一间体积比较大($>180\text{m}^3$)，隔声隔振良好，六个壁面坚实光滑，在测量的声音频率范围内反射系数大于98%的全封闭房间。由于在封闭房间内离源 r 处的平均声压级约为

$$L_p = L_w + 10\lg\left[\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R}\right] \quad (1-1)$$

$$R = \frac{S\bar{a}}{1 - \bar{a}} \quad (1-2)$$

式中： Q ——声源指向性因数。当声源位于中央(空中)时， $Q=1$ ；位于某一壁面中央时， $Q=2$ ；位于两壁交线时， $Q=4$ ；位于三壁交角时， $Q=8$ 。

R ——房间常数，计算方法见式(1-2)。

S ——为混响室内总面积， \bar{a} 则是其平均吸声系数。

当 r 足够大，使得 $\frac{Q}{4\pi r^2} < \frac{4}{R}$ 时，式(1-1)括号中第一项可略去。在混响室中，只要离开声源一定距离，使得声压级不再随 r 的增大而明显减少时，就可认为符合要求。在各个位置测得几个混响声压级(由于声场并不能做到完全均匀)，求平均值。可用式(1-3)求得声源的声功率级：

$$L_w = \bar{L}_p - 10\lg\left(\frac{4}{R}\right) \quad (1-3)$$

(二)消声室或半消声室法

内壁面装有吸声系数很高(吸声系数在测量频率范围内大于98%)的材料的封闭大房间称为消声室，若地面是坚实反射面的则称为半消声室。注意，对于半消声室，声源须直接置于地面上。声波在消声室内传播和在露天的自由空间传播一样，所以消声室内声场模仿为自由声场。而自由声场中的声功率级与平均声压级的关系如式(1-4)所示：

$$L_w = L_p + 10\lg S + \lg\left(\frac{P_0^2}{W_0 \rho c}\right) \quad (1-4)$$

式中： L_p ——面积为 S 的声源包络面上测得的平均声压级。在空气中，上式最后一项近似为0，所以 $L_w \approx L_p + 10\lg S$ 。只需对声源假想一个包络面，测出这个包络面上各点的声压级并取平均值，算出包络面的面积，就可由此式算得声源的声功率级。

(三)现场测量法

不搬运声源，在车间中直接测量声源噪声，称为现场测量法。现场测量法又分为直接

法和比较法。

1. 直接法

直接法也是采取测量声源包络面上平均声压级 L_p 和包络面面积 S 的方法来确定声源声功率级。直接测量法原理如图 1-1 所示。

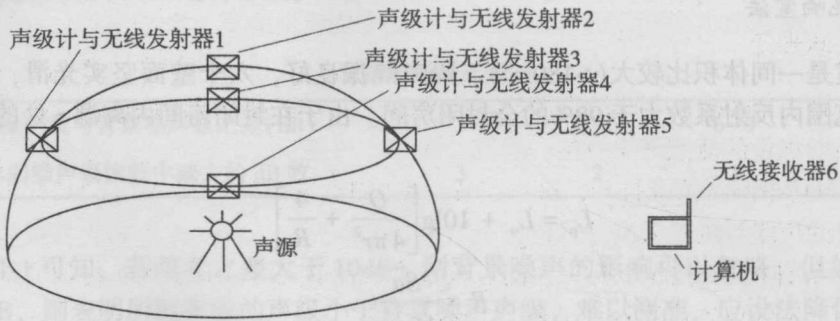


图 1-1 直接测量法原理图

直接测量法是设想一个包围声源的包络面(见图 1-1)，然后测量包络面各面元上的声压级。本实验采用 5 个测点形成包络，每个测点由声压级和无线发射器组成，接收由计算机和无线接收器组成，系统能即时收、发声音信号得出即时声功率。但在现场测量中声场内存在混响声，因此要对测量结果进行必要的修正，修正值 K 由声源的房间常数 R 确定：

$$L_w = \bar{L}_p + 10\lg S_0 - K \text{ (dB)} \tag{1-5}$$

式中： \bar{L}_p ——平均声压级； S_0 ——网络面总面积。

$$\text{修正值 } K = 10\lg \left(1 + \frac{4S_0}{R} \right) \text{ (dB)} \tag{1-6}$$

也可根据房间的混响时间(T_{60})得到修正值 K ，即

$$K = 10\lg \left(1 + \frac{S_0 T_{60}}{0.04V} \right) \text{ (dB)} \tag{1-7}$$

式中： V ——房间的体积。房间的吸声量越小，修正值 K 值越大。

当测点处的直达声与混响声相等时， $K=3$ 。 K 越大，测量结果的精度越差。为了减小 K 值，可适当缩小网络面，即将各测点移近声源；或临时在房间四周放置一些吸声材料，增加房间的吸声量。

2. 比较法

比较法是利用经过实验室标定过声功率的任何噪声源作为标准声源，在现场中由对比测量两者声压级而得出待测机器声功率的一种方法。将标准声源放在待测声源附近位置，对标准声源和待测声源各进行一次同一包络面上各测点的测量。两次测量的 K 值应相同，因此待测声源声功率级为

$$L_w = L_{ws} + (\bar{L}_p - \bar{L}_{ps}) \tag{1-8}$$

式中，下标有 s 的代表标准声源的声功率级和声压级。

要注意标准声源应与待测声源的频段基本相同。

三、实验仪器

- (1) 声功率测量系统;
- (2) 无线组网盒;
- (3) 声级计。

四、实验步骤

(1) 将无线组网盒的拨码开关相应的设置好, 与对应的声级计连接, 并将声级计放置在发声体周围规定的测点上。

(2) 将声功率测量系统打开, 进行设置。在“测点选择”按钮下有九个选择框, 选中将要进行测量的声级计的机号。

(3) “声级计机号”按钮下是每个测点放置声级计的机号, 对于无线传输方式时是无线组网盒拨码开关的位置代码号, 可相应的输入。

(4) 环境修正值(K_{2A})应根据实际环境的量值提前填入, 环境修正值(K_{2A})可按 GB/T 3768—1996 中的附录 A 声学环境鉴定方法得到, 表面面积指的是由测点组成的测量面的面积。

(5) 声功率测量首先应进行环境的背景噪声测量, 被测发声体设备不开机, 点下“背景噪声”按钮, 系统开始测量背景噪声和计算平均声压级。

(6) 背景噪声测量完毕后, 打开发声体, 再点一下“测点声级”就开始测量表面声压级和计算平均声压级, 同时也自动计算出的声功率级。

五、实验报告要求

- (1) 根据实验测量结果, 编写实验报告, 求算模拟声源的声功率值。
- (2) 改变测量位置, 即包络面大小测量相同声源的声功率值, 比较两侧测量的差异, 进行实验数据的精确性与准确度及其可靠性分析。
- (3) 撰写实验的收获与不足。

六、思考题

1. 声源声功率的测量原理是什么?
2. 混响室法, 消声室或半消声室法, 现场法, 三种方法之间的区别与联系是什么?

第三节 噪声的实时频谱分析

现代以来, 实时分析系统发展很快。例如, 信号加强技术, 测量声信号的频谱、功率谱密度、相关函数等。使用实时分析系统只要将信号输入, 就立即在显示器上显示频谱变化, 或者将分析所得的数据输入到打印机或记录仪器上。

通过此实验, 要求了解噪声实时频谱分析软件的工作原理, 掌握用该软件来分析噪声的频谱及其他特性, 为将来解决实际工程中的噪声问题打好基础。

一、实验目的

- (1)了解噪声实时频谱分析软件的工作原理。
- (2)学会使用软件分析噪声的频谱及其特征。
- (3)掌握噪声频谱分析的实际意义。

二、实验原理

任何一个有限能量信号都是由一系列的正弦信号组合而成，信号的时域分析往往只能得到有限的信息，因此需要其他分析手段全面揭示信号的特征。频谱分析是目前数字信号处理中常用的一种分析方法，被广泛应用在通信和信息处理领域。离散时间傅里叶变换的作用是获得离散信号的频谱，为进行频谱分析提供依据。

频谱分析是信号分析与系统分析的核心。频谱分析的数学基础是傅里叶变换，频谱分析就是要将这一变化对成为适合计算机处理离散的有限序列之间的变换，称为有限离散傅里叶变换(DFT)。

快速傅里叶变换(FFT)实质上是一种减少离散傅里叶变换计算时间的算法。用快速傅里叶变换算法对时间函数计算，可以得到一个复数函数，它包括实部和虚部，分别与信号的相位有关，但其总幅值与相位无关。实质上是将模拟信号转换为数字信号，适合计算机进行处理、分析。

三、实验设备

- (1)UTek 动态信号采集分析与系统分析软件；
- (2)声级计；
- (3)USB 采集器。

四、实验内容及步骤

- (1)将声级计、USB 采集器与电脑相连，构成一个实时分析系统。
- (2)打开 UTek 频谱分析软件进行设置，再将声级计对准待测噪声源，此时声音信号通过 USB 采集器输入到电脑中，通过噪声频谱分析软件进行分析。
- (3)单独测三种声音信号：汽车声、机器声、人群声，对这三种声音信号分别做频谱分析。
- (4)混合任两种声音，做混合音的频谱分析。
- (5)混合三种声音，做混合音的频谱分析。

五、实验报告

根据实验测量记录，编写实验报告。

- (1)分别绘制汽车声、机器声和人群声的频谱图。
- (2)组合任两种声音，绘制组合声的频谱图。
- (3)将三种声音混合，绘制频谱图，根据频谱图分析声音的构成，包括声音的数量和

种类。

六、思考题

1. 噪声频谱分析的重要意义是什么?
2. 频谱的基本特征有哪些?

第四节 城市区域环境噪声监测

一、实验目的和意义

- (1) 掌握城市区域噪声监测方法。
- (2) 熟练掌握声级计的使用。
- (3) 熟练掌握等效连续 A 声级、昼夜等效声级、标准偏差的计算方法。

二、实验原理

1. A 声级 (weighted sound pressure level)

用 A 计权网络测得的声压级, 用 L_A 表示, 单位 dB(A)。

2. 等效连续 A 声级 (equivalent continuous A-weighted sound pressure level)

A 声级能够较好地反映人耳对噪声的强度和频率的主观感觉, 对于一个连续的稳定噪声, 它是一种较好的评价方法。但是对于起伏的或不连续的噪声, 很难确定 A 声级的大小。例如测量交通噪声, 当有汽车通过时噪声可能是 75dB, 但当没有汽车通过时可能只有 50dB, 这时就很难说交通噪声是 75dB 还是 50dB。又如一个人在噪声环境下工作, 间歇接触噪声与一直接触噪声对人的影响也不一样, 因为人所接触的噪声能量不一样。为此提出了用噪声能量平均的方法来评价噪声对人的影响, 这就是时间平均声级或等效连续声级, 用 L_{eq} 表示。这里仍用 A 计权, 故亦称等效连续 A 声级 L_{Aeq} 。

等效连续 A 声级定义为: 在声场中某一定位置上, 用某一段时间能量平均的方法, 将间歇出现的变化 A 声级以一个 A 声级来表示该段时间内的噪声大小, 并称这个 A 声级为此时间段的等效连续 A 声级, 即

$$\begin{aligned} L_{eq} &= 10 \lg \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\} \\ &= 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1 L_A} dt \right) \end{aligned} \quad (1-9)$$

式中: $P_A(t)$ ——瞬时 A 计权声压;

P_0 ——参考声压 (2×10^{-5} Pa);

L_A ——变化 A 声级的瞬时值, 单位 dB;

T ——某段时间的总量。

实际测量噪声是通过不连续的采样进行测量, 假如采样时间间隔相等, 则

$$L_{eq} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{Ai}} \right) \quad (1-10)$$

式中： N ——测量的声级总个数；

L_{Ai} ——采样到的第 i 个 A 声级。

对于连续的稳定噪声，等效连续声级就等于测得的 A 声级。

3. 昼夜间等效声级 (day-night equivalent sound level)

通常噪声在晚上比白天更显得吵，尤其对睡眠的干扰是如此。评价结果表明，晚上噪声的干扰通常比白天高 10dB。为了把不同时间噪声对人的干扰不同的因素考虑进去，在计算一天 24h 的等效声级时，要对夜间的噪声加上 10dB 的计权，这样得到的等效声级为昼夜等效声级，以符号 L_{dn} 表示；昼间等效用 L_d 表示，指的是在早上 6 点后到晚上 22 点前这段时间里面的等效值，可以将在这段时间内的 L_{eq} 通过下面的公式计算出来；夜间等效用 L_n 表示，指的是在晚上 22 点后到早上 6 点前这段时间里面的等效值，可以将在这段时间内的 L_{eq} 通过下面的公式计算出来：

$$L_d = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{eqi}} \right) \quad (1-11)$$

$$L_n = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{eqi}} \right) \quad (1-12)$$

$$L_{dn} = 10 \lg \left[\frac{1}{24} (16 \times 10^{L_d/10} + 8 \times 10^{(L_n+10)/10}) \right] \quad (1-13)$$

式中： L_d ——白天的等效声级；

L_n ——夜间的等效声级；

L_{eqi} ——一小段时间的等效值；

N ——等效值的个数。

白天与夜间的时间定义可依地区的不同而异。16 为白天小时数 (6:00—22:00)，8 为夜间小时数 (22:00—第二天 6:00)。

4. 声环境功能区分类

按区域功能特点和环境质量要求，分为 5 种类型：

(1) 0 类声环境功能区，康复疗养区等特别需要安静的区域。

(2) 1 类声环境功能区，以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能，需要保持安静的区域。

(3) 2 类声环境功能区，以商业金融、集市贸易为主要功能，或者居住、商业、工业混杂、需要维护住宅安静的区域。

(4) 3 类声环境功能区，以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域。

(5) 4 类声环境功能区，指交通干线两侧一定距离之内，需要防止交通噪声对周围环境产生严重影响的区域，包括 4a 类和 4b 类两种类型。4a 类为高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城市主干路、城市次干路、城市轨道交通 (地面段)、内河航道两侧区域；4b 类为铁路干线两侧区域。

各类声环境功能区适用表 1-2 规定的环境噪声等效声级限值。

表 1-2 环境噪声等效声级限值

声环境功能区		时 段	
		昼间	夜间
0 类		50	40
1 类		55	45
2 类		60	50
3 类		65	55
4 类	4a 类	70	55
	4b 类	70	60

各类声环境功能区夜间突发噪声,其最大声级超过环境噪声限值的幅度不得高于 15dB(A)。

三、实验仪器与设备

使用仪器是 PSJ-2 型声级计或其他普通声级计,原理见教材,使用方法参看附录 2。

测量条件:

(1) 天气条件要求在无雨无雪的时间,声级计应保持传声器膜片清洁,风力在三级以上时必须加风罩(以避免风噪声干扰),五级及以上时应停止测量。

(2) 手持仪器测量,传声器要求距离地面 1.2m。

四、实验步骤

(1) 将某区域(或学校)划分为 25m×25m 的网格,测量点选在每个网格的中心,若中心点的位置不宜测量,可移到旁边能够测量的位置。

(2) 每组配置一台声级计,顺序到各网点测量,分别在昼间和夜间进行测量,每一网格至少测量 4 次(昼间 3 次,夜间 1 次),时间间隔尽可能相同。

(3) 读数方式用慢挡,每隔 5s 读一个瞬时 A 声级。读数同时要判断和记录附近主要噪声来源(如交通噪声、施工噪声、工厂或车间噪声、锅炉噪声……)和天气条件。

五、实验报告

(1) 根据实验测量结果绘制某区域(或学校)噪声污染图。

环境噪声是随时间而起伏的无规律噪声,因此测量结果一般用等效连续声级来表示,本实验用等效连续 A 声级表示某时刻该测量点噪声值,用昼夜等效声级作为该测量点的环境噪声评价量,代表该测量点一整天的噪声污染水平。

以 5dB 为一等级,用不同颜色或阴影线绘制某区域(或学校)噪声污染图。图例说明见表 1-3。

表 1-3

噪声污染图例说明

噪声带	颜色	阴影线
35dB	浅绿色	小点, 低密度
36~40dB	绿色	中点, 中密度
41~45dB	深绿色	大点, 高密度
46~50dB	黄色	垂直线, 低密度
51~55dB	褐色	垂直线, 中密度
56~60dB	橙色	垂直线, 高密度
61~65dB	朱红色	交叉线, 低密度
66~70dB	洋红色	交叉线, 中密度
71~75dB	紫红色	交叉线, 高密度
76~80dB	蓝色	宽条垂直线

- (2) 进行实验数据的精确性与准确度及其可靠性分析。
- (3) 撰写实验收获与不足。

六、思考题

- 1. 为什么测量点要距离任何建筑不小于 1m?
- 2. 标准偏差说明什么问题?

第五节 城市道路交通噪声监测

一、实验目的和意义

- (1) 加深对交通噪声特征的了解。
- (2) 熟练掌握声级计的使用, 并学会用普通声级计测量交通噪声。
- (3) 熟练地计算等效声级、统计声级、标准偏差。

二、实验原理

由于环境交通噪声是随时间而起伏的无规则噪声, 因此测量结果一般用统计值或等效声级来表示。

1. 累积百分声级(percentile level)

用于评价测量时间段内噪声强度时间统计分布特征的指标, 指占测量时间段一定比例的累积时间内 A 声级的最小值, 用 L_N 表示, 单位 dB(A)。最常用 L_{10} 、 L_{50} 和 L_{90} , 其含义如下:

L_{10} ——在测量时间内有 10% 的时间 A 声级超过的值, 相当于噪声的平均峰值;