

木工宽带砂光机噪声传播声压等值线图制作方法新探

华 丽 李文彬 高双林
(北京林业大学工学院)

摘要: 为了提高现场测试的效率和数据的准确度, 该文提出了一种基于噪声衰减原理而建立虚拟噪声源的方法. 利用该方法, 可以根据有限的实际测量数据, 对实际测点周边的噪声值进行预测计算, 绘制噪声传播线图, 过程简便, 结果一目了然. 通过该方法计算的预测噪声值与实际值进行比较, 验证了该方法的精度和可行性, 比较客观地反映了区域噪声污染现状和噪声污染在区域内的变化情况, 为砂光机等多噪声源的现场环境噪声测试提供了新方法.

关键词: 砂光机, 噪声, 虚拟噪声源, 等值线图

中图分类号: TS642; TB533⁺. 1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1522(2005)03-0091-03

HUA Li; LI Wen-bin; GAO Shuang-lin. A new method on drawing an isoline map of propagation of the wide band sander noise level. *Journal of Beijing Forestry University* (2005)27(3)91-93[Ch, 5 ref.] School of Technology, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China.

In order to improve the efficiency of on-the-spot test and accuracy of the data, the authors proposed a new method to set up virtual noise sources based on the noise decay principle. Through this method, we can predict and calculate the noise level around the known points on the basis of the limited real measurement data, then draw the isoline map of propagation of the noise. The process is simple and convenient and the result very clear. Through a comparison of the prediction noise levels calculated by this method with actual values, the authors verify the precision and feasibility of this method. It reflects the situation and change of regional noise pollution in the noise pollution area objectively, and offers a new method for the on-the-spot ambient noise test of many noise sources.

Key words sander, noise, virtual noise source, isoline map

木工宽带砂光机工作时, 由于机械振动、空气动力等原因, 会产生不同相位与频率组成的高强度复杂噪声^[1]. 研究表明, 噪声污染会直接影响作业人员的生理和心理状态, 进而使工作效率下降、影响工人的工作安全和健康, 防治噪声成为噪声研究与测试的两大课题之一^[2, 3]. 因此对砂光机工作状态下噪声源进行分析预测, 具有重要的实际意义和理论价值.

1 原 理

木工宽带砂光机工作时的部分噪声数据经过现场测量获得(见表 1), 测点分布情况见图 1.

砂光机的工作特点和结构组成决定了砂光机工作时存在多个噪声源, 分布在机身的多个部位. 工作现场每一点的噪声并非由单一噪声源作用引起的

表 1 与测点对应的声压级噪声值数据						dB
TABLE 1 The sander noise level of test points						
位置 名称	噪声值 (开门)	噪声值 (关门)	位置 名称	噪声值 (开门)	位置 名称	噪声值 (开门)
					A2	93
a			a1	93.6	a2	92.7
b	94.8	93.2	b1	95.6	b2	92.6
c	95.5	93.2	c1	94.0	c2	92.5
d	96.6	94.5	d1	95.3	d2	92.3
e	97.4	94.6	e1	94.4	e2	92.2
f	97	93.8	f1	94.2	f2	92.1
g	96.3	93.6	g1	93.9	g2	92.2
h	96	92.8	h1	94.2	h2	92.6
i	96.1	94	i1	93.8	i2	93.2
					j2	93.1

结果, 而由多个噪声源的交叉影响和相互干扰作用产生, 因此它的噪声场的分布较为复杂. 为了提供降噪依据, 对其噪声的实际分布情况进行合理的预

收稿日期: 2004-06-16

http://journal.bjfu.edu.cn

基金项目: 科技部公益性课题(2001DIA3001).

第一作者: 华丽, 硕士生. 主要研究方向: 人机界面与环境工程. 电话: 010-62338139 地址: 100083 北京林业大学工学院.

责任作者: 李文彬, 博士, 教授, 博士生导师. 主要研究方向: 人类工效学. 电话: 010-62338139 地址: 同上.

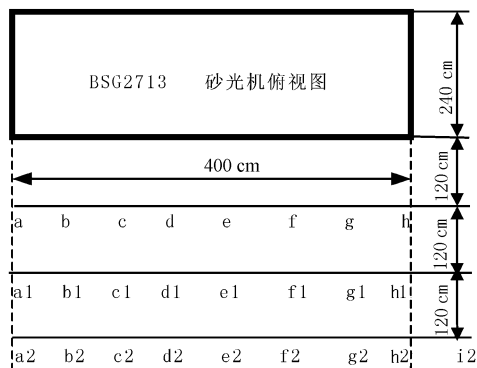


图1 噪声测试的测点分布图

FIGURE 1 The distribution of test points

测,绘制较为正确的声压级等值线图,就成为一种较为合理有效的方法.

如果根据现已测得的数据进行绘制声压级等值线,难免会因为数据不足和数据缺乏代表性而降低噪声分布的准确程度.实际的测试点平行线上的平均分布间隔是 0.5 m,垂直线上的平均分布间隔是 1.2 m.如果用一般的网格法来进行噪声值的预测和等值线的绘制,计算烦琐且精确度不够高,反映不出区域噪声的渐变过程^[4],因此在砂光机工作车间并不适用.已有的噪声数据只能说明单个点处的噪声声压级,对于其他区域的噪声分布情况不能很好的如实反映.因此有必要根据实验中已测得的数据对测点以外区域的某些点的噪声分布进行更为全面的预测.

如要预测更多点的噪声分布情况,首先要对网格进行细分.我们在原有的点阵分布图上增加预测点,使原先的水平间距缩小为一半,即 0.25 m;垂直间距缩小为 1/3,即 0.4 m.这样就大大缩小了各点之间的间距,也缩小了每个点影响的范围,增加了噪声界面上更多点的噪声分布准确性.

根据声波衰减理论可以预测增设点的声压级,但是这种情况只是适用于单一噪声源,且衰减呈线性时的情况;预测时通常采用的加权平均法计算的方法,却较为烦琐^[5].由于砂光机在工作时的多噪声源及任一点的噪声由多噪声源在该点互相影响作用,而且也不是简单的线性衰减过程,因此需要用更为简便而又准确的方法——等值线图法来进行预测.

实测数据中相邻的 3 个测点所构成的范围相对于整个环境来说,可看作是整体噪声源在一个小范围内的影响,任何一点的噪声值是整体噪声源在该点作用的结果,所选取的 3 点之间符合噪声衰减原理.因此在进行数据处理时,可以根据距离最近的 3 个测点构成一个小范围,据此设定一个虚拟的噪声源.

虚拟的噪声源近似地模拟整体所有噪声源在该小范围内的噪声影响,在已知 3 点处的噪声值符合衰减理论,并且在 3 点构成的小范围内的各个增设

点之间,均符合噪声衰减理论.经过这样的处理可以简化问题,不必再考虑砂光机噪声源多且分散的情况,减少了需要考虑的因素,简化了模型,只需要经过数学计算就可以较好地预测各增设点的声压级.

2 预测方法

首先选取 3 个已知的相邻测点,利用测点的分布情况建立一个二维的坐标系.然后,根据建立的坐标系给已知点赋予坐标值,设定虚拟噪声源所在位置的坐标值,根据噪声衰减理论建立 3 个已知点的关系,计算出虚拟点的坐标值.最后根据算出的虚拟点的坐标和噪声衰减理论算出需要预测的点的声压级.

2.1 建立坐标系

假设有 3 个已知点 M 、 P 、 Q 和虚拟点 N 、预测点 T ,其在坐标系中的位置和坐标值如图 2 所示.

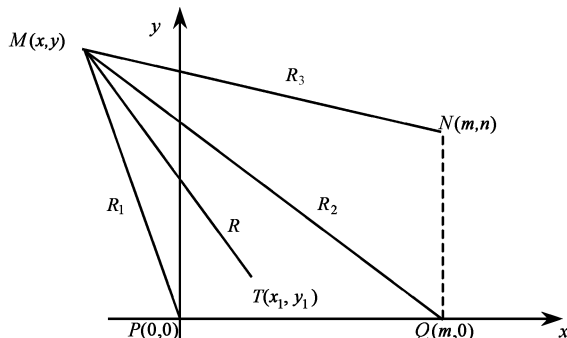


图2 根据虚拟条件建立的坐标系

FIGURE 2 The reference frame based on virtual condition

2.2 根据噪声衰减理论进行数学计算

已知 M 点的噪声声压级为 L_1 , Q 点的声压级为 L_2 , P 点的声压级为 L_3 , P 、 Q 、 M 3 点和虚拟点的距离分别为 R_3 、 R_2 、 R_1 , 其中:

$$\begin{cases} R_1 = \sqrt{(x-m)^2 + (y-n)^2} \\ R_2 = \sqrt{(x-m)^2 + y^2} \\ R_3 = \sqrt{x^2 + y^2} \end{cases} \quad (1)$$

根据噪声衰减原理:

$$\begin{cases} L_1 - L_2 = 20 \lg \left\{ \frac{R_2}{R_1} \right\} \\ L_2 - L_3 = 20 \lg \left\{ \frac{R_3}{R_2} \right\} \end{cases} \quad (2)$$

可以得到两个方程组:

$$\begin{cases} \frac{(x-m)^2 + y^2}{(x-m)^2 + (y-n)^2} = \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^2 \\ \frac{x^2 + y^2}{(x-m)^2 + y^2} = \left(\frac{R_3}{R_2} \right)^2 \end{cases} \quad (3)$$

根据式(13)可以求出虚拟点的坐标值 (x, y) .

2.3 计 算

根据虚拟点、预测点、其他3点的坐标值和声波衰减理论,对预测点的声压级进行计算.

$$R = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} \quad (4)$$

它和已知点(假设为 L_3 点)的声压级之差 $\Delta L = 20 \lg \frac{R}{R_2}$, 则预测点的声压级为

$$L_T = L_3 - \Delta L \quad (5)$$

这样就可以较为方便的对预测点的声压级进行合理的预测,其他的数据皆可按照以上的方法依次进行处理.

2.4 测试软件的编写

在预测数据的过程中用一个虚拟的噪声源近似的代替各个噪声源在一个小范围内的综合影响,减少了考虑因素,使其转变为简便的数学推导. 由于需要进行大量的预测点的计算,如果单纯采用人工计算,计算量势必很大,而且较为烦琐,因此可以利用计算机编程来解决计算问题. 在本次计算中应用了VB语言,不仅更加方便快捷,同时也提高了计算的精度.

经过大量的预测计算,得到了一系列增设点的声压级,具体的数值见图3. 表中行与行两点间的距离为0.4 m,列与列两点间的距离为0.25 m,均为开门状态下的测量值和预测值.

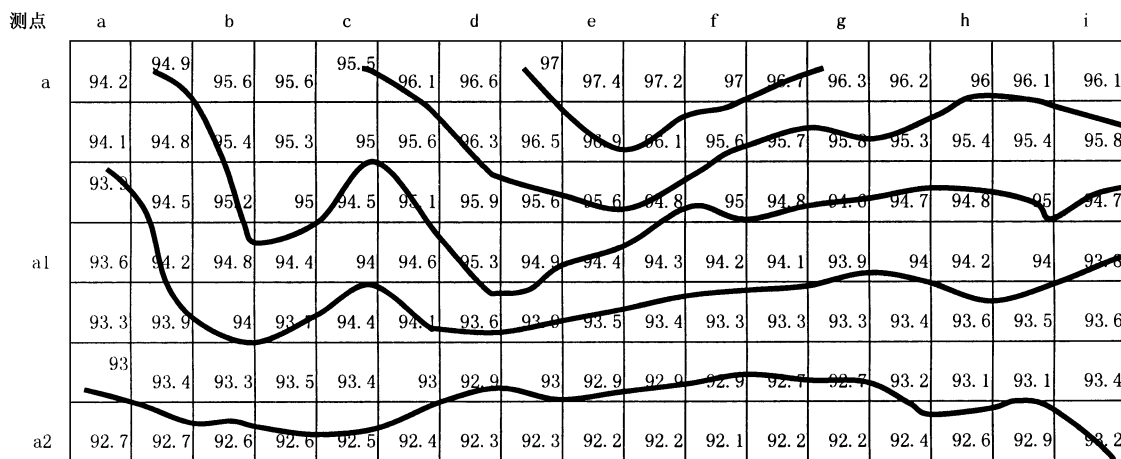


图3 噪声等值线分布图

FIGURE 3 The distribution map of the isoline of the noise

以上预测法得到的数据,可利用测得已知点的分布进行验证. 通过小范围内的已测3点声压值,对第4个测量点的声压值进行预测,所得的结果和实测值进行比较. 经过预测计算所得的结果和实际测量值的误差在 ± 0.4 dB范围之内,基本符合实验要求.

2.5 绘制声压级等高线

图3中每1 dB划出一个级别,等级别上的等值线(主等值线)以粗线条表示,如果数据较多也可以用matlab软件直接进行等值线的绘制.

3 结 论

用本文介绍的方法得到的数据,经过验算与实测数据基本可以达到一致,其分布符合噪声衰减原理,数据可以达到准确性和代表性的要求. 根据预测得到的数据所作的声压级等值线图能比较客观的反映区域噪声污染现状和噪声污染在区域内的变化情况,使得砂光机工作环境的噪声分布情况一目了然,为采取有效的降噪措施提供了合理的依据.

参 考 文 献

- [1] 高双林,莫秋云.砂光机的噪声及其控制方法的探讨[J].北京林业大学学报,2003,25(5):76-80.
GAO S L, MO Q Y. Noise of sanding machine and its control measures[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2003, 25(5): 76-80.
- [2] HINCHCLIFFE R. Effects of noise on hearing-aspects of assessment [J]. Journal of Audiological Medicine, 2000, 9(1), 1-18.
- [3] 任洪娥,马岩,李松龄,等.多媒体控制技术在木工机械上的应用前景研究[J].林业机械与木工设备,1999,27(10):11-13.
REN H E, MA Y, LI S L, et al. Study on the application future of MMC technology in woodworking machines [J]. Forestry Machinery and Woodworking Equipment, 1999, 27(10): 11-13.
- [4] 胡传成,马正民.区域环境噪声污染图制作方法讨论[J].江苏环境科技,1997(2):23-26.
HU C C, MA Z M. Discuss on the methods of area noise pollution diagram [J]. Jiangsu Environmental Science and Technology, 1997 (2), 23-26.
- [5] 沈洪艳,刘劲松.机场噪声预测模型及应用实例[J].河北师范大学学报:自然科学版,2000,24(1):137-140.
SHENG H Y, LIU J S. Airport noise prediction model and applied examples [J]. Journal of Hebei Normal University: Natural Science, 2000, 24(1): 137-140.

(责任编辑 李文军)