

# 海口市声环境影响因素分析及预测

王 凌

(海南省环境监测中心站, 海南 海口 570206)

**摘 要:** 噪声污染一直是海口市主要的环境问题之一。主要原因是城市纵深度太低, 道路密度太高, 交通布局不合理, 1991年—2000年城市区域环境噪声和道路交通噪声的平均值分别为 59.0 dB(A) 和 69.5 dB(A)。利用城市区域环境噪声预测方法和道路交通噪声预测方法对该市噪声进行预测, 2001年—2005年该市的区域噪声昼间平均等效声级综合预测值在 57.6 dB(A)~56.7 dB(A) 之间; 道路交通噪声昼间平均等效声级综合预测值在 68.2 dB(A)~68.3 dB(A) 之间。

**关键词:** 声环境分析; 噪声预测; 海口市

中图分类号: X839.1 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2002)02-0037-03

## Analysis and Prediction of Acoustic Environmental Impact Factors in Haikou

WANG Ling

(Hannan Environmental Monitoring Center, Haikou, Hainan 570206, China)

**Abstract:** Noise pollution is the key environmental pollution problem in Haikou. The reasons include that the city is too narrow, road density is too high and the communication allocation was unreasonable. The average value of noise in urban region and around roads were 59.0 dB(A) - 69.5 dB(A). The noise pollution was predicted, there would be between 57.6 dB(A) - 56.7 dB(A) for urban region, 68.2 dB(A) - 68.3 dB(A) for around roads.

**Key words:** Analysis of acoustic environment; Noise prediction; Haikou

噪声污染是海口市主要的环境问题之一, 区域环境噪声等效声级平均值近几年一直高居全国前10位之列, 现利用城市区域环境噪声预测方法和道路交通噪声预测方法对海口市2001年—2005年声环境影响因素进行模型预测。

表1 2000年海口市昼间暴露在各等效声级下的面积

声级 / dB(A)	46~50	51~55	56~60	61~65
声级覆盖面积 S / km <sup>2</sup>	0.06	2.12	11.31	2.44
占总网格面积 / %	0.4	13.3	71.0	15.3
声级覆盖人口 / 万人	0.26	8.62	46.02	9.92

### 1 现状

#### 1.1 噪声监测结果

海口市1991年—2000年区域环境噪声昼间监测值分布在 57.4 dB(A)~61.6 dB(A) 之间, 10年平均值为 59.0 dB(A); 道路交通噪声昼间监测值分布在 68.0 dB(A)~72.3 dB(A) 之间, 10年平均值为 69.5 dB(A)。

#### 1.2 暴露面积

2000年海口市昼间暴露在各等效声级下的面积见表1。

表1表明, 海口市大部分人生活在国家允许的最高噪声标准以下(按II类区, 昼间 60 dB(A)), 但仍有 15.3% 面积的人口(约 10万人)生活在高于该标准的噪声污染环境中。

#### 1.3 声源构成

2000年海口市声源构成见表2。

表2 2000年海口市声源构成

噪声源	交通	生活	工业	施工	其他
声源构成 / %	54.2	25.6	3.9	7.4	8.9
L <sub>eq</sub> / dB(A)	58.0	55.6	56.5	57.2	48.1

表2表明, 在2000年海口市的声源构成中, 交通噪声占 54.2%, 声源比例和等效声级均居首位。

#### 1.4 区域噪声与交通噪声的关系

运用逐步回归方法对1995年—2000年间影

收稿日期: 2001-07-23; 修订日期: 2001-11-17

作者简介: 王凌(1968—), 男, 海南人, 高级工程师, 大学, 在读研究生, 从事环境监测工作。

响城市区域环境噪声的主要社会经济因素指标(如人口总数、总产值、工业产值、建筑业产值、生活指数、车辆总数、绿化率等)及交通噪声、生活噪声、工业噪声等进行筛选,按  $\alpha = 0.05$  显著性水平,进入回归方程的因子只有交通噪声,回归方程为:  
 $y = -79.24 + 2.01x$ , 式中  $x$  为道路交通噪声等效声级, dB(A);  $y$  为城市区域噪声等效声级, dB(A),  $F = 25.2, P = 0.007$ 。

按  $\alpha = 0.05$  显著性水平,认为道路交通噪声对城市区域环境噪声影响显著,两者之间有线性关系。

### 1.5 原因分析

1.5.1 海口市建成区只有 40 km<sup>2</sup>, 区域地形为长方形,城市纵深度较低。建成区内道路面积占建成区面积 15% (车流量在 2 400 辆/h 以上的道路面积为 10%), 道路网密度为 10<sup>4</sup> m/km<sup>2</sup>, 大部分交通干道穿越市中心。

1.5.2 海口市机动车人均拥有率较高, 平均每百人拥有 15 辆机动车(包括摩托车), 城市摩托车数量占车辆总数的 60.3%。

1.5.3 海口市道路两侧建筑物偏矮, 10 层以上的高层建筑较少, 对道路交通噪声的反射叠加也有所减少, 但对交通噪声的屏障作用也相应减弱, 主要绿化树种椰子树空透开阔, 降噪作用很小。

1.5.4 城市建设缺乏规划, 功能区混杂, 互相影响。

## 2 预测

### 2.1 城市区域环境噪声预测方法

#### 2.1.1 人口模式预测方法

根据美国一些城市的统计, 城市区域环境噪声是随人口密度增加而增加, 即人口对数模式<sup>[1]</sup>为:

$$L = 10 \lg P + C$$

考察海口市人口增长曲线, 1995 年以后呈算术直线增长。根据算术平均增长模式预测海口市未来 5 年的常住人口, 并按海南建省 12 年海口市建成区年平均增长速度(5.5%)推算, 人口密度(P)2005 年是 2000 年的 0.85 倍。C 为常数。

#### 2.1.2 政策模型预测方法

海口市从 1995 年 11 月实施《海口市噪声污染防治办法》, 1997 年 3 月实施《中华人民共和国噪声污染防治法》。为了反映处于政策变动时期的噪声发展趋势, 拟建立一个包含城市区域环境噪声主要影响因素, 即人口密度、车辆总数和噪声法规实施时间的预测模型(简称政策模型)。

噪声法规实施前后的时间可分为两个阶段, 政策时间变量  $t$  在 1996 年前均为 0, 1996 年、1997 年...2000 年...2005 年为 1、2...5...10。

车辆总数采用等效车辆总数  $m$ , 即根据噪声能量叠加原理, 将重型车、中型车和摩托车数量换算为相应的轻型车数量。换算公式为:

$$m = b_h m_h + b_m m_m + b_c m_c + m_l$$

式中:  $m$  ——总等效车辆总数;

$m_h$  ——重型车实际车辆数;

$m_m$  ——中型车实际车辆数;

$m_l$  ——轻型车实际车辆数;

$m_c$  ——摩托车实际车辆数。

系数  $b_h$  的物理意义是 1 辆重型车产生的噪声相当于  $b_h$  辆轻型车产生的噪声,  $b_m, b_c$  类似。根据表 3 各类车辆匀速行驶噪声与车速的关系<sup>[2]</sup>, 运用能量叠加公式计算其值( $b_h = 10^{0.1 \times (L_h - L_l)} = 10, b_m = 3.16, b_c = 3.98$ )。

表 3 各类车辆匀速行驶噪声与车速<sup>①</sup>的关系

车辆种类	轻型车	中型车	重型车	摩托车
Leq/dB(A)	60+ 0.3V	65+ 0.3V	70+ 0.3V	66+ 0.3V

①车速  $V$  的单位为 km/h。

城市区域  $Leq$  与人口密度、车辆总数的基本关系模型均为对数形式( $Leq$  随两者的增加而增加), 引入政策时间变量  $t$  后( $Leq$  随  $t$  的增加而减少), 经多条回归曲线比较, 得出以下模型(用 1996 年以后的 9 年数据回归):

$$Leq = 31.71 - 0.379t + 2.37 \lg m + 5.638 \lg P$$

$$R^2 = 0.902, F = 12.32, P = 0.017.$$

海口市历年等效车辆总数  $m$  (万辆)与国内生产总值  $X_1$  (亿元)和常住人口总数  $X_2$  (万人)的回归方程为:

$$m = -53.99 - 0.148X_1 + 1.661X_2$$

$$R^2 = 0.878, F = 21.62, P = 0.002.$$

该模型是建立在严格执行噪声污染防治法, 采取有效治理措施的基础上。

#### 2.1.3 线性指数平滑预测方法

时间序列分析方法中的线性指数平滑法将城市区域视为一个暗盒, 不考虑其影响因素, 只根据时间序列本身的趋势进行预测。该方法通过逐步计算  $t$  时期的指数平滑值  $S'_t, S''_t$ , 水平值  $A_t$  和增量  $B_t$ ,

计算  $t + m$  时期的预测值  $F_{t+m} = At + mBt$ 。

### 2.1.4 综合预测模型

城市区域环境噪声预测是一个复杂系统,用单一模式可能仅体现该系统的局部特征,现用权重综合技术对 3 种模型作合理综合,建立综合预测模型。

人口模型是一个经验模型,预测结果受预测基年结果的影响很大(这是它的主要缺点),历年估值方差较大(比政策模型大一个数量级),采用标准差法、方差倒数法、均方差法等方法计算模型权重系数将使综合预测模型倾向政策模型的程度很大,因此采用算术平均法综合。

## 2.2 道路交通噪声预测方法

### 2.2.1 等间距连续线声源预测方法

采用等间距连续线声源预测模式进行预测:

$$L_p = L_w - 10 \lg L - 10 \lg V + 10 \lg Q - 33^{[3]}$$

考虑海口市 2001 年道路拓宽后,至 2005 年平均路宽为 35.5 m。 $L$  为等效路宽(m)。平均车速( $V$ )取 33 km/h(自测)。海口市历年道路平均车流量  $Q$ (辆/h)与国内生产总值  $X_1$ (亿元)和常住人口总数  $X_2$ (万人)的回归方程为:

$$Q = -777 - 0.885X_1 + 51.4X_2$$

$$R^2 = 0.807, F = 12.55, P = 0.007。$$

根据表 4 计算车辆平均声功率级:

$$\bar{L}_w = 10 \lg \sum (a_i \times 10^{0.1L_{wi}})$$

表 4 2000 年海口市道路平均车种比和声功率级

车辆种类	小轿车	轻型载重车 公共汽车 摩托车	中型 载重车	重型 载重车
声功率级 $L_{wi}/dB(A)$	81+ 0.3 V	86+ 0.23 V	91+ 0.3 V	96+ 0.3 V
车种比 $a_i/\%$	28.63	52.78	14.29	4.29

### 2.2.2 自回归模型预测方法

自回归方程(12 年)为  $L_n = 0.648L_{n-2} + 23.88$  ( $L_n$  和  $L_{n-2}$  分别是  $n$  和  $n-2$  时期的  $Leq$ ),判定系数  $R^2$  为 0.598,  $F$  值为 7.44,  $P$  值为 0.041,按  $\alpha = 0.05$  显著性水平,方程具有显著意义。

### 2.2.3 时间曲线拟合预测法

时间曲线拟合法的回归方程为自然对数方程:  
 $L_t = 72.1 - 1.75 \ln t$ 。 $L$  为  $Leq$ ,  $t$  为对应年份 1991 年、1992 年...2000 年的 1、2...10。判定系数  $R^2 = 0.861, F = 49.36, P = 0.001$ ,按  $\alpha = 0.01$  显著性水平,拟合方程具有显著意义。

### 2.2.4 综合预测模型

自回归模型和时间曲线拟合模型均根据现在的趋势加以数学上的外推,基本上处于同一类型,按算术平均原则,等间距连续线声源模型的权重系数为 0.5,自回归模型和曲线拟合模型均为 0.25。

## 2.3 预测结果

海口市噪声预测结果见表 5。

根据表 5,海口市未来 5 年的城市区域噪声昼间平均等效声级综合预测值在 57.6 dB(A) ~ 56.7 dB(A) 之间,呈逐步下降趋势;道路交通噪声昼间平均等效声级在 68.2 dB(A) ~ 68.3 dB(A) 之间,基本稳定。

表 5 海口市噪声预测结果 dB(A)

年份	2001	2002	2003	2004	2005	权重系数	预测方法
城市区域环境噪声	57.4	57.2	57.1	56.9	56.8	0.33	人口模式
	57.4	57.1	56.7	56.4	56.0	0.33	政策模型
昼间 $Leq$	57.9	57.8	57.6	57.5	57.3	0.33	线性指数平滑法
	57.6	57.4	57.1	56.9	56.7		综合预测模型
道路交通噪声	68.4	68.5	68.6	68.7	68.8	0.5	等间距连续线声源法
昼间 $Leq$	68.2	68.1	68.1	68.0	68.0	0.25	自回归法
	67.9	67.8	67.6	67.5	67.4	0.25	曲线拟合法
	68.2	68.2	68.2	68.2	68.3		综合预测模型

## 3 结论

3.1 海口市城市区域环境噪声受道路交通噪声影响较大,噪声管理应控制在机动车噪声的影响上。

3.2 自回归模型预测和时间曲线拟合模型预测均根据现在的趋势加数字上的外推,基本属于同一类型。按算术平均原则,两种预测模型的权重系数为 0.25,等间距连续线声源模型的权重系数为 0.5。

3.3 海口市未来 5 年的城市区域噪声昼间平均等效声级综合预测值在 57.6 dB(A) ~ 56.7 dB(A) 之间,呈逐步下降趋势;道路交通噪声昼间平均等效声级在 68.2 dB(A) ~ 68.3 dB(A),基本稳定。

### [参考文献]

[1] 郑长聚,洪宗辉.环境工程手册[M].北京:高等教育出版社,2000.517.  
 [2] 任文堂,赵剑,李孝宽.工业噪声和振动控制技术[M].北京:冶金工业出版社,1993.129.  
 [3] 奚元福.环境保护计算手册[M].成都:四川科学技术出版社,1990.337.