

基于 Mapinfo 的城市生态环境质量与影响评价研究 ——以朝阳市为例

王 耕^{1,2}, 王 利²

(1. 大连理工大学环境与工程学院, 大连 116001; 2. 辽宁师范大学城市与环境学院, 大连 116029)

摘 要: 选取相应的城市生态环境指标体系, 根据实际监测数据和经验公式判定各因子的作用分值, 采用 AHP 赋以权重, 模糊综合比较法计算出生态环境综合分值, GIS 作为数据处理的空间分析工具, 进行城市生态环境质量影响评价。并以朝阳市为例做具体研究, 结果表明此种方法的评价结果能为环境改造和城市合理规划提供科学依据, 而且 GIS 的应用, 使得城市生态环境质量评价结果具有直观、形象、动态的特点。

关键词: Mapinfo; 城市生态环境; 质量和影响评价; 朝阳市

中图分类号: X171.1; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)01-0013-04

Study on City Eco-environmental Quality and Effect Evaluation Based on Mapinfo ——A Case of Chaoyang

WANG Geng^{1,2}, WANG Li²

(1. Environment and Engineering Academy of Dalian University of Technology, Dalian 116001, China;

2. City and Environment Academy of Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: The authors select corresponding city eco-environment index system and calculate eco-environment synthesis marks by adopting AHP, according to monitoring data and experiences. It evaluates city eco-environmental quality and effect. Taking Chaoyang as a proven case, it shows this method can offer gist of environment use and city plan, at the same time, it makes the results of city eco-environmental quality and effect intuitionistic, visualizing, dynamic by the use of GIS.

Key words: Mapinfo; city eco-environment; evaluation of quality and effect; Chaoyang

随着人们对环境观的不断转变, 人类就积极探索能够科学地表达生态环境变化的方法和技术, 不断地寻求最佳方式来展现这种变化, 以便能更好地调节人与环境之间的关系。目前人们了解城市环境质量状况可以通过环境质量评价、预测与预报而获得, 对于一具体城市内部生态环境质量而言, 其空间差异性显著的, 而生态环境的优劣是决定了人们行为活动的一个重要因素, 因此城市生态环境质量综合预报倍受人们关注。生态环境质量的基本属性表现在时间和空间两个层次上, 如果仍仅是综合指数的静态数值型, 人们很难对环境质量做出直观判断, 那它就失去了实际作用。如何寻求一种较好的表达这种空间差异的环境预报方式呢? 本文从使用合理的方法和先进的手段对城市的生态环境质量进行较为详细的评价, 并使评价结果能够随时提取、分析和编辑制图方面着手, 为城市环境质量预报趋于完善和实用奠定基础。

1 国内外生态环境质量研究概况

20 世纪 80 年代以来, 随着计算机的普及, 一些先进技术开始应用于环境科学领域, 例如遥感技术 (RS)、全球定位系统 (GPS)、地理信息系统 (GIS)。1989 年美国国家环保局选用 Arc/info 进行了大量科学研究和应用, 范围覆盖环境质量影响评价、地下水保护、点源和面源污染分析及环境管理^[1]。Adams^[2]等用 GIS 技术建立可能收集、维护并能按需提供地质数据和水文数据的系统。Olufu^[3]等用 Mapinfo 2.0 实现了地下水模拟和管理系统。90 年代以来, 国外的环境质量评价无论是方法还是技术上都取得了飞速发展, 而且针对评价结果进行环境方面的改造、治理, 使得生态环境尤其是城市生态环境质量彻底改善。

我国生态环境质量评价由于评价目的不同, 以及所评价区域环境条件的差异, 评价的方法也是多种多样。例如对单一因素进行综合评价的方法有标度指数法^[4], 双基指数法^[5],

收稿日期: 2003-07-14

基金项目: 辽宁省博士启动基金项目 (编号 001063)

作者简介: 王耕 (1973-), 女, 辽宁沈阳人, 博士研究生, 讲师, 从事生态环境与生态系统管理研究, 已发表论文数篇。

基于神经网络的生态评价方法等,它们主要被应用于对大气和水质的研究上,比较成功的多因素环境质量综合评价方法有层次分析法,模糊综合评判法,综合指数法,模糊综合比较法等^[6]。每一种方法都有其优点和局限性,具体评价时应根据实际情况进行选择。但从评价手段来看,目前在国内外广泛应用于环境研究领域的 GIS——一种空间分析能力较强的工具,在国内还很少用在生态环境质量评价上。因此,GIS 在解决生态环境评价过程中的一系列数据处理,图层控制等问题的优势,是值得探讨和研究的。

2 城市生态环境质量和影响评价技术流程

2.1 城市生态环境指标体系的确定

城市生态环境是人类环境的重要组成部分,它是一个城市生存发展的自然支持系统。作为整体的城市生态环境由于自然地理条件和社会经济发展状况等因素的不同存在着很大差异性,而且它不是一成不变的,而是不断发展变化的,既有时间上的动态变化,又有空间上的动态变化。所以在进行生态环境质量评价时,被选用的评价指标都应充分表现生态环境的这些特性。

目前一些学者在进行城市生态环境评价时选择的指标体系都力求全面地从自然、社会、经济多方面来考虑,其目的是尽可能地反映城市生态环境的特征,但从另一角度讲,这种指标体系的选择又从不同程度影响了主要生态因子的作用。^[7,8]实质上人对生态环境的直接感应主要是针对自然因素的,比如大气、水、固体废物、绿地、噪声等,它们是城市生态环境的主要标志,一个城市生态环境的好与坏主要是通过这些因素体现出来的,本文在选择指标体系时以突出主要生态环境因子为目的,并进行了 100 份问卷调查:“你认为城市中影响生态环境的主要因素是什么?”,有将近 70% 的人认为是大气、污水、噪声、垃圾和绿地。以此为依据,再结合生态环境的特征,力求使指标简练而有代表性,而且容易理解,普通市民容易接受,本文确立了如图 1 所示指标体系:

城市生态环境指标体系

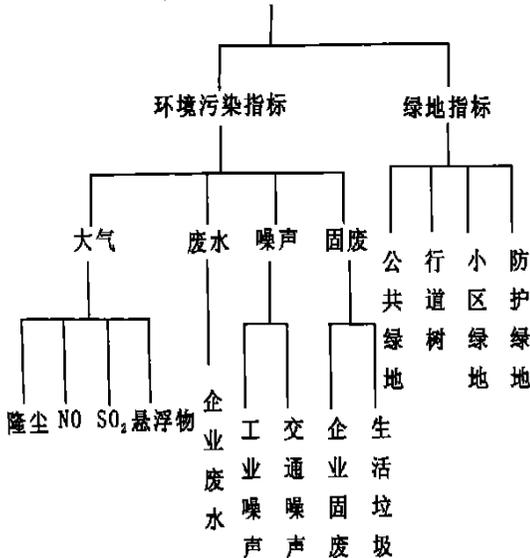


图 1 城市生态环境指标体系

2.2 城市生态环境质量和影响评价过程框架

本评价流程可以把城市生态环境质量评价概括为几个阶段:第一阶段是底图处理和评价指标体系和方法的确立。第二阶段指标的数据处理运算过程。第三阶段是综合指数分布图和聚类图的形成。第四阶段是进行生态环境质量影响评价。(如图 2 所示)

3 应用实例研究

3.1 朝阳市城市生态环境问题及研究状况

朝阳市城区地处辽宁省西部,东接辽宁中部城市群,西接京津唐地区,市中心区,地理坐标为东经 120°42'~120°48';北纬 41°55'~44°62';覆盖面积 34.8 km²。随着经济的发展,人口增长,朝阳市出现一系列的生态环境问题,对于生态环境质量评价的研究,朝阳还仅局限于对单一要素的逐个评价,同时考虑多个因素的综合评价还没有人研究过,这对于城市环境规划和全面管理非常不利,也不能为决策者在宏观的环境政策制定上提供足够的理论依据;另外,朝阳市的单因子评价也仅考虑污染因素,而忽略了绿地在生态环境评价中的作用。更没有把环境问题和地理信息充分联系起来,使决策者不能直接了解环境状况与地理因素的相互关系。本文将从这几个方面来考虑,弥补朝阳市生态环境研究的不足:进行综合生态环境质量和影响评价;把绿地作为主要因素考虑在内;直接从污染源入手评价污染状况;利用地理信息系统 Mapinfo 与面向对象编程工具 Visual Basic 制作出基于地理信息的生态环境质量评价图,将生态环境质量评价等级图和生态环境影响图直接加以城市功能分区图上,使所有信息可视化、地图化。

3.2 地图、资料收集过程

在城市生态环境评价过程中,数据质量的准确性和可靠性是整个评价过程中的重要基础。本文数据分别来源于气象局、环保局、环卫局、城市规划局,具体来讲是来自国家公开出版发行的 1:10 000 的朝阳市地图,以及规划局制作的 1:10 000 水系及绿地系统现状图,1:15 000 的居住用地现状图;1:15 000 的公共设施用地现状图;1:15 000 的环境保护与环境卫生设施现状图;1:15 000 的工业用地现状图,二是来自各自主管局及各企业的环境监测数据。

3.3 指标权重的确定

3.3.1 权重计算

(1)大气污染指数权重计算:首先将各污染指数层次化,构成判断矩阵,通过专家权衡,两两比较判断各指标之间的相对重要程度,然后求和法计算权重:

$$\text{大气各污染指数权重 } \begin{matrix} \text{TSP} & \text{SO}_2 & \text{降尘} & \text{NO}_x \\ A_1 = (0.46 & 0.21 & 0.24 & 0.09) \end{matrix}$$

(2)其它级别权重依此类推:面点烟窗

$$\begin{matrix} \text{大气三项权重} & A_2 = (0.5 & 0.3 & 0.2) \\ \text{大气} & \text{绿地} & \text{噪声} & \text{水} & \text{固废} \\ \text{生态环境因子权重} & A_3 = (0.42 & 0.25 & 0.22 & 0.07 & 0.04) \end{matrix}$$

3.3.2 生态环境指数计算过程

(1)评价因子作用分值的确定。本文规定的评价因子分值与城市生态环境质量的好坏成负相关性,即城市生态环境越好的单元格分值越低,而城市生态环境越差的单元格,分值越高,

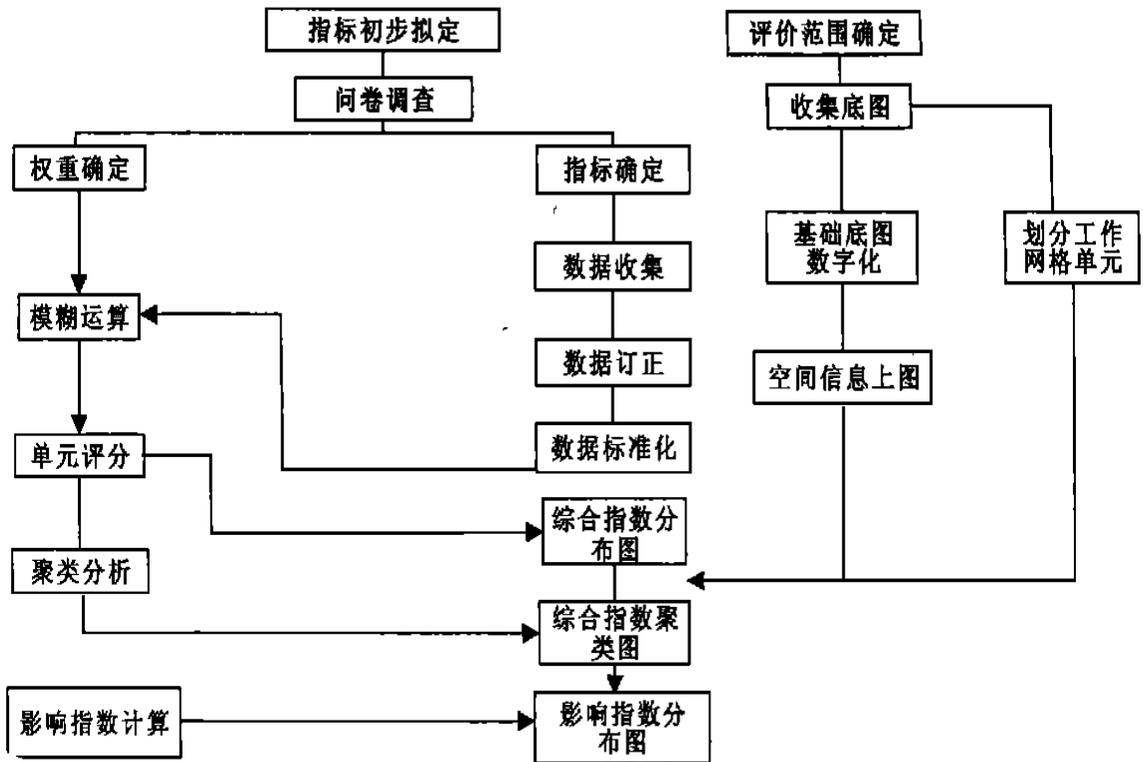


图 2 生态环境质量评价过程框图

(2) 单元生态环境质量指数计算过程

大气指数计算: 表 1 是以第一水泥厂为例, 通过 GIS “更新列”按以上步骤计算的各污染物实测浓度与其最终分值的对应表:

表 1 各污染物实测浓度及最终分值

污染物	SO ₂ /(mg·m ⁻³)	TSP /(mg·m ⁻³)	降尘 /(t·km ⁻² ·月 ⁻¹)	NO _x /(mg·m ⁻²)
实测浓度	0.218	1.34	40.826	0.0369
最终得分	60	60	80	20

各污染物浓度向四周扩散, 符合指数衰减规律, 我们可以把它近似地看作是相对分值的衰减, 用污染指数衰减公式 $P_i^* = (P_{max}^*)^{1-r}$ 计算; $r = D_i/D_{max}$ 。以上式中: P_i^* ——当前网格单元所得分值; (P_{max}^* ——最大分值; P_i ——当前网格单元距污染源中心距离; D_{max} ——该污染源影响最大半径; r ——相对距离, 通过实地观测和综合专家意见, 朝阳市大气污染物最大值若为 100 分其最大影响半径被定为 1000 m, 其它污染物影响半径根据其相对分值大小依次减小。(如表 2 所示)

表 2 污染物衰减计算表

距离/m	相对距离	距离衰减计算表	
		理论得分值(100)	实际取值
100	0.1	63	63
200	0.2	40	40
300	0.3	25	25
400	0.4	16	16
500	0.5	10	10
600	0.6	6	6
700	0.7	4	
800	0.8	3	5
900	0.9	2	
1000	1	1	

计算单元格大气总指数: 同样利用模糊综合比较法, 计算分别受“点”、“面”、“烟窗”影响的单元格大气总分值并转化标准分值:

已知面、点、烟窗三项的权重 $A_2 = (0.5, 0.3, 0.2)$, 任取 5 个单元格组成 R_2 矩阵, 则 B_2 :

$$B_2 = A_2 \cdot R_2 = (0.5, 0.3, 0.2) \begin{bmatrix} G_{40} & G_{41} & G_{42} & G_{43} & G_{44} \\ 18 & 18 & 18 & 18 & 18 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 20 \end{bmatrix}$$

$$B_2 = (10.5, 10.5, 10.5, 11, 11) \text{——总分值}$$

转化为标准分值: $B_2 = (14, 14, 14, 15, 15)$

水污染、固定废物和生活垃圾、噪声、绿地的分值与上述计算方法相同。

(3) 对每个单元格进行生态环境综合指数计算。从所有单元格中任选 4 个评价单元 $A_{H12}, A_{K17}, A_{Z24}, A_{L30}$, 每个评价单元都有 5 个评价因子, 分别为大气、水、噪声、绿地、固废, 它们建立相应的评价矩阵 R_3 :

$$R_3 = \begin{bmatrix} A_{H12} & A_{K17} & A_{Z24} & A_{L30} \\ 35 & 86 & 92 & 13 & \text{大气} \\ 50 & 50 & 50 & 0 & \text{水} \\ 59 & 60 & 79 & 39 & \text{噪声} \\ 50 & 100 & 100 & 100 & \text{绿地} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \text{固废} \end{bmatrix}$$

已知各因子权重分配为 $A_3 = (0.42, 0.07, 0.22, 0.25, 0.04)$ 则可由 A 与 R 求出模糊综合评价 B_3 : $B_3 = A_3 R_3 = (43.68, 39.04, 84.52, 77.82)$, B_3 即分别为 $A_{H12}, A_{K17}, A_{Z24}, A_{L30}$ 四个单元格的生态环境质量评价分值。

为了便于分级和易于人们理解, 我们再做如下转化, 将

生态环境质量评价分值(越小越好)转化为生态环境质量评语分值(越大越好),则 B_3 变了 B_3 :

$B_3 = 100 - B_3 = (60\ 96, 15\ 48, 22\ 18, 56\ 32)$, 其它单元可知均按此公式依次转化。

(4) 聚类分析。对所得的生态环境质量评价评语分值,进行聚类分析,是编绘生态环境质量评价图的依据。本文聚类分析是以朝阳市地方生态环境质量评价等级的各界线为阈值,由 GIS 来自动操作的,进而得出生态环境质量等级评价结果。(如表 3 和表 4 所示)

表 3 朝阳市 EEQ I 等级划分表

等级	好	较好	中	较差	差
界线	80	60~ 79.99	40~ 59.99	20~ 39.99	< 20

表 4 朝阳市生态环境质量评价结果

界线	等级	单元格数/个	面积/km ²
80	好	96	0.96
60~ 79.99	较好	2042	20.42
40~ 59.99	中等	939	9.39
20~ 39.99	较差	371	3.71
< 20	差	32	0.32
合计	--	3480	34.8

评价分析:由上表可以看出,朝阳市大部分城区的生态环境质量都处于中等以上水平,其区域面积占研究区总面积的 88%;较差和差的区域面积分别占总面积 11% 和不足 1%,当然这个结论不能说明朝阳市生态环境按国家标准来说是好的,它只能说明在地方规定的标准内其生态环境质量是良好的。(图 3)

4 结 语

基于 GIS 的城市生态环境质量评价图能够直观地把各区域不同的环境质量状况体现出来:用不同颜色表示不同的质量级别,通过颜色深浅可直观判断哪里的生态环境质量好,哪里的生态环境质量差,而且根据各区域污染源分布及绿地多少,很容易找出生态环境质量好坏的原因。所有这些,对于环境的决策、分析、管理和改造具有重大意义。用这种方法制作的城市生态环境质量评价图可以将它赋于底图之上,可对城市进行中长期生态环境质量预报,因为这些图具有很

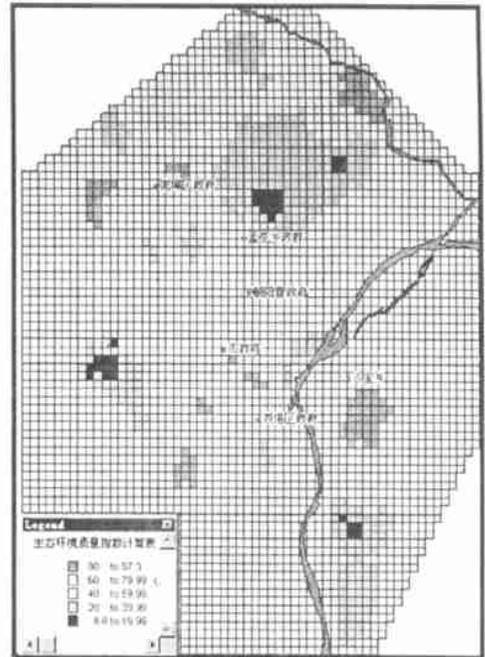


图 3 朝阳市生态环境质量空间分布图

强的信息查询功能,当用鼠标点中某区域时,相对于该区域的信息就会以数据表格的形式列于图的左下方,利于查询,而且便于理解,具有直观、生动的特点。并使图片由静态转化为动态。此外,概括而言,此项研究的实质是把环境问题和地理信息密切的结合起来,比如:工厂企业的分布决定了污染物的种类和数量,城市规划又决定了污染源分布等,所以决策者可以依靠这点来使城市规划趋向合理性。

用类似方法和模式对城市生态环境质量评价的研究尚不多见,加上经验不足,还有很多不完善的地方,有待于今后做进一步探讨:

第一,大气污染的扩散模式应考虑源高,盛行风,下垫面作用,实际中的污染扩散不可能是在均质状态下进行的。

第二,扩散模式的数学模型在进行计算时,有些环节处理不太理想,精度略微差些。

第三,为了便于 GIS 运算,各生态因子指标过于笼统,没有做进一步划分。(比如,绿地仅考虑面积)。

第四,聚类分析的阈值选取,主观性较强,应寻求一个较好的阈值划定方法。

参考文献

[1] 刘勇,井文涌 地理信息系统技术及其在环境科学中的应用[J]. 环境科学, 1997, 18(2): 62- 65

[2] Adam S Tmetal, Wayne Law ton, Solaiyappan M eiyappan. A civil engineering model of protein conformational change[J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 1993, 7(3): 260

[3] O loufa A etal, S Rajasekaran, Deepa Suresh. Application of sequential learning neural networks to civil engineering modeling problems [J]. Engineering With Computers, 1995, 15(1): 42- 49

[4] 王祥荣 城市可持续发展与生态环境调控新论[M]. 南京: 东南大学出版社, 2000

[5] 李祚泳 大气环境质量评价的标度指数法[J]. 中国环境科学, 1998, 18(5): 433- 436

[6] 徐百福 环境质量评价的熵权双基点法[J]. 环境科学, 1992, 13(1): 73- 76

[7] 王宗仁, 武子远, 段彩环, 等 特尔斐—模糊综合比较法评价生态环境质量变化[J]. 城市环境与城市生态, 2001, (3): 47- 49

[8] 王万新, 蒋兆理, 刘铁 成都市城市生态环境质量评价指标体系及评价预测探讨[J]. 四川师范大学学报, 1996, 19(1): 72