

# 基于信息扩散法的环境风险区划

彭王敏子, 石晓枫\*

(厦门大学海洋与环境学院, 福建 厦门 361005)

**摘要** 针对石化工业区内多个风险源分布的特点, 尝试运用信息扩散法对规划区域进行环境风险区划。用 VBA 建立模糊扩散模型计算得到的风险信息矩阵, 结合相关分级标准通过使用 SURFER 软件对矩阵数据进行聚类分析可得出直观的环境风险区划图。该图可为石化区开发建设和规划调整提供科学依据。

**关键词** 信息扩散; 风险信息矩阵; 环境风险区划

中图分类号: X820.4 文献标志码: A 文章编号: 1003-6504(2009)09-0191-03

## Environmental Risk Zoning Based on Information Diffusion Theory

PENG Wang-min-zi, SHI Xiao-feng\*

(College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract**: In view of the characteristics of the petrochemical industrial industry where multiple risk sources exist, a trial risk zoning is done for planning of a petrochemical industrial park using the information diffusion method. In this paper, the fuzzy diffusion model is built by the VBA program, which can be used to calculate the risk information matrix; and an intuitive environmental risk zoning map is worked out for the planned park by use of the cluster function of SURFER.

**Key words**: information diffusion; risk information matrix; environmental risk zoning

近年来, 随着沿海地区一些大型石化工业基地的规划, 我国石化工业正朝着大型化、集约化和一体化的趋势发展, 对单个石化项目的环境风险评价也已经逐步过渡到对整个石化工业区的环境风险评价。和建设项目的环境风险评价相比, 区域的环境风险评价更要综合考虑规划区域与相邻区域、规划区域内的环境因子之间的关系, 从风险最小化角度出发评价规划布局的合理性。目前区域环境风险评价的许多方法还在摸索阶段<sup>[1]</sup>, 缺乏一些有效的技术手段。国内外研究表明, 风险区划被视为在所有可能避免和减轻自然灾害的措施中最简单和有效的方法<sup>[2]</sup>。有关地震、洪水、地质灾害、气象灾害的风险区划在我国已陆续开展起来。笔者认为环境风险评价可以借鉴自然灾害风险研究的成果进行环境风险区划, 同样可以为环境风险管理、应急救援、土地利用规划等提供决策支持。

本文针对石化区环境风险多源的特点, 在单个环境风险基础上计算区域环境风险值, 依托 VBA 编程, SURFER 软件将信息扩散法应用到石化工业区规划环评的实际工作中, 得到区域环境风险区划图, 该图可为区域开发建设和规划调整提供科学依据。

### 1 区域环境风险评价的信息扩散法

基于风险法综合评估潜在事故的后果的严重度和可能性, 其评价的核心是评价区域内个人风险和社会风险<sup>[3]</sup>。本文即是从个人风险值出发利用信息扩散模型进行区域环境风险区划的一次尝试, 其主要的技术路线如图 1 所示。

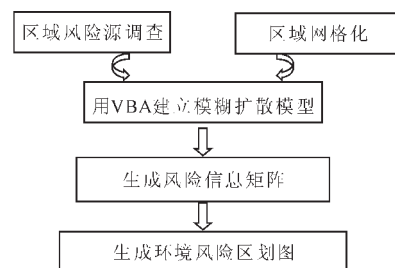


图1 环境风险区划技术路线  
Fig1 The approaches of environmental risk zoning

信息扩散<sup>[4]</sup>就是为了弥补信息不足而考虑优化利用样本模糊信息的一种对样本进行集值化的模糊数学处理方法。该方法可以将一个有观测值的样本, 变

收稿日期: 2008-06-06; 修回日期: 2008-09-03

作者简介: 彭王敏子(1982-), 女, 硕士, 研究方向为环境评价、环境管理等(手机)13666097782(电子信箱)minzipw@163.com; \* 通讯作者(电话)0592-2185216(电子信箱)shixf88@163.com。

成一个模糊集，也就是将单值样本变成集值样本，最常用的模型是正态扩散模型。

所谓的信息扩散过程就是遵守信息量守恒的原则将研究单个样本的信息扩散到整个样本空间里。利用模糊数学中有关信息扩散的理论，对整个评价区域进行网格化，将其用等步长划分为相同大小的正方形区域，然后用一个  $n \times m$  的矩阵式(1)来表示这个二维空间，矩阵中的元素  $a_{ij}$  代表二维空间中对应的正方形区域的信息。可以将环境风险值的单值信息扩散到整个区域指标论域中的所有点，从而获得较全面的风险分析效果。

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

模糊信息优化处理技术在自然灾害风险系统的风险分析中的已得到广泛应用。张继权等运用信息扩散理论和风险分析理论对吉林省草原火灾进行风险分析，解决了草原火灾小样本资料的限制问题<sup>[5]</sup>；刘引鸽等通过实例分析探讨了以灾害样本为集值的基于信息扩散的模糊数学理论模型的气象灾害风险评估方法，得到了较为理想的结果<sup>[6]</sup>。

### 2 扩散模型选取

本文采用按梯形模糊关系简化的扩散模型<sup>[7]</sup>，见式

(2)，对石化区各个风险源的有毒有害气体环境风险分布进行有效扩散。通过信息扩散获得的区域环境风险值可在一定的区域环境风险分级标准下进行聚类分析。

$$r = \begin{cases} r_0 & 0 < x \leq l' \\ r_0(l-x)/(l-l') & l' < x \leq l \\ 0 & x > l \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中  $r$  为计算点的环境风险值， $r_0$  为风险源点的环境风险值， $l$  为最大影响半径， $l'$  为重伤区最大影响半径， $x$  为计算点与风险源点的距离。 $r_0$ 、 $l$  和  $l'$  可经类比国内外同类性质的石化工业风险源数据得到。

### 3 石化工业区环境风险值分级

根据美国 EPA 规定，职业人群可接受风险值为  $10^{-5} \sim 10^{-4} P/a$ ，非职业人群可接受风险值为  $10^{-7} \sim 10^{-6} P/a$ ；法国炼油厂的灾难性事故的可接受上限为  $10^{-4} P/a$ 。各行业的最大可接受风险值应依照客观情况做适当调整。根据调研，石油化工行业的建议可接受风险值为  $8.33 \times 10^{-5} P/a$ <sup>[8]</sup>。本文选取  $10^{-5} P/a$  时作为可接受和不可接受风险值的临界值，将环境风险划分为 5 个等级见表 1。为了便于数据的理解和后续的可视化作图，将传统的指数形式的风险值按式(3)转化为小数形式。

$$R = 8 + \lg r \quad (3)$$

其中  $r$  为指数形式的环境风险值， $R$  为小数形式的环境风险值， $0 < R < 8$ 。

表 1 各种风险水平及其可接受程度

Table 1 Various risk levels and the acceptable grades

风险值	危险性	可接受程度	风险值 R	分区	风险等级
$10^{-3}$	操作危险特别高	不可接受，必须立即采取措施改进	$5 \leq R < 8$		极高
$10^{-4}$	操作危险性中等	应采取改进措施	$4 \leq R < 5$		高
$10^{-5}$	与游泳事故和煤气中毒事故属于同一量级	人们对此关心，愿采取措施预防	$3 \leq R < 4$		中
$10^{-6}$	相当于地震和天灾的量级	人们并不关心此类事故发生	$2 \leq R < 3$		低
$10^{-7} \sim 10^{-9}$	相当于陨石坠落伤人	没有人愿意为这类事故投资加以预防	$0 \leq R < 2$		极低

由此，我们将石化工业区环境风险水平划为、  
、  
、  
、  
、  
五类分别代表“极低”、“低”、“中”、“高”、“极高”的风险等级。

### 4 案例分析

#### 4.1 风险源分布情况

以一个  $8\text{km} \times 8\text{km}$  的区域为例按上述技术路线进行环境风险值的扩散分析及区划。假设该区域有三个风险源，其风险源的各项数据见表 2。环境风险值和影响半径均类比国内外石化工业项目的相关数据。其中源(1)的风险值设定为石油化工行业的建议值。

#### 4.2 VBA 编程及 surfer 软件作图

VBA 是非常流行的应用程序开发语言 Visual Basic 的子集，利用 Excel 软件自带的 VBA 框架可以

将式(2)进行编程，可以方便地实现各个风险源数据的扩散计算并将数据储存在 Excel 表单中从而快捷地完成风险值信息矩阵的建立。

将  $8\text{km} \times 8\text{km}$  评价区域网格化，取步长为  $500\text{m}$ ，形成  $34$  行  $\times$   $34$  列的网格。在每个网格对三个源的风险值进行迭加得到  $\sum r$ 。然后在 Excel 中将网格的数据转成 surfer 所需的 X/Y/Z 格式，利用 SURFER 的等值线功能将数据进行聚类分析即可得到该区域的风险区划图。见图 2。

### 5 结论

从图 2 中可以看出三个风险源迭加后风险水平的在区域中的分布状况（颜色越深代表风险等级越高）。在本案例中，到类的风险等级均有出现。类、

表2 某区域石化工业风险源的数据列表  
Table 2 The risk data of a petrochemical industries region

风险源	位置坐标(m)	环境风险值( $r$ )	影响半径(m)	危险物质
(1)	(0, 0)	$8.33 \times 10^{-5}$	4800	燃油及其燃烧挥发物
(2)	(5000, 5000)	$9.32 \times 10^{-4}$	5200	烃类及其燃烧挥发物
(3)	(4000, 6000)	$8.08 \times 10^{-4}$	2600	燃油及其燃烧挥发物

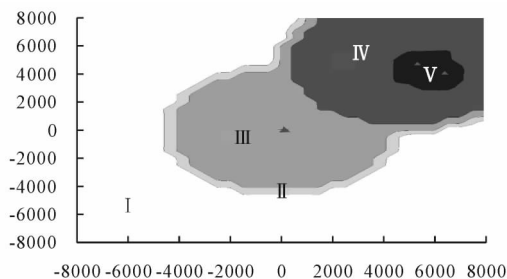


图2 某区域石化工业规划风险区划图

Fig2 Environmental risk zoning map of a petrochemical region

类和 类所占范围较大。相距较近的风险源(2)和 风险源(3)经过相互作用后,部分区域的风险等级达到了 类,属于高危险水平,必须采取措施改进。

在实际工作中可以将区域的风险值分布图与区域的土地利用规划图进行叠置分析,结合区域内水文、气象特征,依据在风险较小的区域布置较多的人口,在风险较大的区域布置较少的人口来调整区域内敏感目标与重大风险源的布局关系;在风险较高地区应采取一些必要的措施,利用天然的屏障,如山坡、沟壑等,或是设立拦截装置、增加绿化隔离带来降低风险源的扩散影响范围。另外,政府部门可利用区域环境风险区划结论制定区域环境风险预防措施和应急预案。可以说环境风险区划图可为保障区域人群健康安全提供有效的技术手段。

由于区域发展和规划是由多种条件限制,就风险单独进行产业布局优化的作用有限。然而由于 VBA 编程和 SURFER 软件的操作简单灵活,根据不同的方案进行源强数据的替换非常方便,可以就不同规划方案提供多种风险信息,不同方案的风险源的布局产生的区域风险值分布差异可以从图中直观的看出,有利于规划方案的比选。

#### [参考文献]

[1] 牛晓霞,朱坦,刘茂. 人群聚集场所的风险评价技术研究[J]. 环境科学与研究, 2005, 28(3): 85-86, 97.

Niu Xiao-xia, Zhu Tan, Liu Mao. Risk assessment for crowd incidents control[J]. Environmental Science and Technology, 2005, 28(3): 85-86, 97.(in Chinese)

[2] 黄崇福,张俊香,陈志芬,等. 自然灾害风险区划图的一个潜在发展方向[J]. 自然灾害学报, 2004, 13(2): 9-15.

Huang Chong-fu, Zhang Jun-xiang, Chen Zhi-fen, et al. Toward a new kind of natural disaster risk zoning map[J]. Journal of Nature Disasters, 2004, 13(2): 9-15.(in Chinese)

[3] 吴宗之,多英全,魏利军,等. 区域定量风险评价方法及在城市重大危险源安全规划中的应用[J]. 中国工程科学, 2006, 8(4): 46-49.

Wu Zhong-zhi, Duo Yin-quan, Wei Li-jun. Quantitative area risk assessment method and its application in land use safety planning for major hazard installations[J]. Engineering Science, 2006, 8(4): 46-49.(in Chinese)

[4] Huang C F. Information diffusion techniques and small sample problem[J]. International Journal of Information Technology and Decision Making, 2002, 1(2): 229-249.

[5] 张继权,刘兴朋. 基于信息扩散理论的吉林省草原火灾风险评价[J]. 干旱区地理, 2007, 30(4): 590-593.

Zhang Ji-quan, Liu Xing-peng. Risk assessment of grassland of Jilin Province based on information diffusion theory[J]. Arid Land Geography, 2007, 30(4): 590-593.(in Chinese)

[6] 刘引鹤,缪启龙,高庆九. 基于信息扩散理论的气象灾害风险评价方法[J]. 气象科学, 2005, 25(1): 84-89.

Liu Yin-ge, Miao Qi-long, Gao Qin-jiu. The method of meteorology disaster risk assessment based on theory of information diffusion[J]. Scientia Meteorologica Sinica, 2005, 25(1): 84-89.(in Chinese)

[7] 刘桂友,徐琳瑜. 一种区域环境风险评价方法——信息扩散法[J]. 环境科学学报, 2007, 27(9): 1549-1555.

Liu Gui-you, Xu Lin-yu. Information diffusion method for regional environmental risk assessment[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2007, 27(9): 1549-1555.(in Chinese)

[8] 彭理通. 石油化工工业环境风险评价探讨[J]. 环境科学, 1998, 19(S1): 48-51.

Peng Li-tong. Research on risk assessment of petrochemical projects[J]. Environmental Science, 1998, 19(S1): 48-51.(in Chinese)