

基于二污普数据的区域环境污染风险区划研究

周泉彬¹, 宋桐慧^{2*}

¹生态环境部华南环境科学研究所, 广东 广州

²广东白云学院大数据与计算机学院, 广东 广州

收稿日期: 2023年5月6日; 录用日期: 2023年6月7日; 发布日期: 2023年6月15日

摘要

借鉴区域环境风险系统理论, 立足于区县及以下基层日常环境保护工作管理的实际需要, 设计了一套能较为全面、客观反映区域环境污染物排放强度和积累性环境污染风险的指标评价体系; 以东源县为应用实例, 结合第二次全国污染源普查(以下简称二污普)数据, 计算出县域内各乡镇的环境污染风险值并据此进行污染风险区划, 同时分析不同风险区划与其对应的行业结构的关系, 为基层单位根据各级环境污染风险区划特征分别采取针对性的管理措施提供了决策依据。

关键词

第二次全国污染源普查, 环境污染, 风险区划, 环境管理

Regional Environmental Pollution Based on Two Pollution Census Data Research on Risk Zoning

Quanbin Zhou¹, Tonghui Song^{2*}

¹South China Institute of Environmental Science, Guangzhou Guangdong

²Faculty of Mega Data and Computer Science, Guangdong Baiyun University, Guangzhou Guangdong

Received: May 6th, 2023; accepted: Jun. 7th, 2023; published: Jun. 15th, 2023

Abstract

Based on the theory of regional environmental risk system and the actual needs of daily environmental protection management at the grass-roots level, a set of index evaluation system which can comprehensively and objectively reflect the emission intensity of regional environmental pollu-

*通讯作者。

tants and the cumulative environmental pollution risk is designed. Taking Dongyuan County as an example, combined with the data of the second national pollution source census (second pollution census), the environmental pollution risk value of each township in the county is calculated and the pollution risk zoning is carried out accordingly. At the same time, the relationship between different risk zoning and its corresponding industry structure is analyzed, which provides decision-making basis for grassroots units to take targeted management measures according to the characteristics of environmental pollution risk zoning at all levels.

Keywords

Second National Pollution Source Census, Environmental Pollution, Risk Zoning, Environmental Management

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国社会经济的高速发展,工业化、城镇化不断加快,相应的环境问题和矛盾也日益凸显,环境污染风险逐渐增加。加之环境污染风险管控体系不健全、日常风险监管不到位,环境污染事件时有发生,对区域环境、公众健康、经济发展等构成巨大损害和严重危害[1]。科学合理的环境污染风险区划有利于指导地区进行产业布局优化和环境风险管理,能有效预防和减少开发建设过程中产生的环境污染风险,保障人群健康和生态环境安全[2]。污染风险区划是一种较新型的区域环境管理和分析思路[3],主要通过对区域环境污染风险时空分布规律进行分析,依据环境污染风险相对大小对区域进行分级划分,揭示某一区域内环境污染风险分布的一致性和差异性,从而为环境管理者确定环境管理的优先次序、采取针对性环境保护措施提供决策依据[4],实现环境管理的精细化和主动化。目前区域环境污染风险区划研究还处于探索阶段[5],且存在研究范围过窄[1]、评价体系构建不够完善[6]、精细化程度欠缺[7]等不足之处。

二污普查数据为国家最新污染源普查成果,全面具体地核算了地区基准年中水体、大气等环境要素主要关注污染物的产生量和排放量(其中水体污染物核算指标 13 项,大气污染物核算指标 10 项),真实有效反映了地区当前的环境污染水平和质量状况,能为区域环境污染风险区划及精细化管理研究提高良好的数据支撑。

基于此,本文从区县及以下行政区域环境污染风险区划及精细化管理的实际需求出发,构建了较为全面细致的能反映区域各类环境要素污染状况和污染风险程度的指标评价体系,运用一种客观赋权法(熵值法)确定指标权重,依据环境污染风险计算模型求得研究区域内各评价单元的环境污染风险相对值并据此进行风险等级区划,从而定量表征研究区域内部累积性环境污染风险的空间分布特征和差异性。本文以东源县为实例,充分结合地方第二次全国污染源普查数据成果,对新构建的评价体系和方法进行应用,揭示研究区域的环境污染风险分布规律及等级区划情况,为基层环境管理提供研判支撑和决策依据。

2. 研究方法

根据综合环境污染风险评估理论[4],环境污染风险发生过程主要由污染物通过水、气、土等一定介质或暴露途径作用于环境污染风险受体之上而发生。环境污染风险评估需考虑风险源危害性、过程控制有效性、风险受体易损性等三方面的因素。

风险源危害性用于描述风险源可能发生环境污染危害的程度; 过程控制有效性用于描述对污染过程的管控效果; 风险受体易损性用于描述人体健康、社会经济以及生态系统等风险受体对环境污染的敏感性及风险发生后的恢复能力。以上三个基本因素组成了环境污染风险评价指标体系的主要内容, 各要素之间相互关联、相互影响, 共同表征区域环境污染风险程度。

本文从风险源危害性、过程控制有效性、受体易损性等三方面考虑, 结合二污普数据, 设计环境污染风险评价指标体系; 结合熵值法确定指标权重, 加权计算得出研究区域内各评价单元的环境污染风险指数值; 最后依据计算结果, 运用环境信息技术对研究区域进行环境污染风险等级区划和分析, 从而揭示研究区域内的环境污染风险空间格局及分布特征。计算模型如下[8]:

$$R_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} \Omega_j \quad (1)$$

式中: R_i 为第 i 个区域单元的环境风险源综合指数; X_{ij} 为第 i 个区域单元的第 j 个指标要素的标准化数值; Ω_j 为第 j 个指标要素的权重; n 为评价指标要素的数目。

2.1. 指标体系设计

为细化环境污染发生过程, 充分反映研究区域内各类环境要素的污染状况和污染风险程度, 本文在指标系统层中侧重考虑环境污染风险源危险性, 相应地在指标层中侧重选取对区域环境质量影响最大的工业污染源主要污染物指标作为风险源危险性的评价因子; 考虑到二污普中污染物排放量数据中已体现污染治理过程, 本文在系统层中不设过程控制有效性指标因素。具体指标评价体系设计参见表 1。

Table 1. Regional comprehensive environmental pollution risk index evaluation system

表 1. 区域综合环境污染风险指标评价体系

目标层	系统层	准则层	指标层	计量单位	指标解释	
区域综合 环境污染 风险	废水 污染		工业源废水排放量	m^3/km^2	区域工业源废水排放量/国土面积, 反映工业源废水对区域水体环境潜在的危害程度	
			工业源废水 COD 负荷	kg/km^2	区域工业源主要关注水体污染物排放量/国土面积, 反映主要关注水体污染物对水体环境潜在的危害程度	
			工业源废水氨氮负荷	kg/km^2		
			工业源废水总氮负荷	kg/km^2		
	工业源废水总磷负荷	kg/km^2				
	风险源 危险性	废气 污染		工业源废气排放量	m^3/km^2	区域工业源废气排放量/国土面积, 反映工业源废气对区域大气环境潜在的危害程度
				工业源废气 SO_2 负荷	kg/km^2	区域工业源主要关注大气污染物排放量/国土面积, 反映主要关注大气污染物对区域大气环境潜在的危害程度
				工业源废气 NO_x 负荷	kg/km^2	
				工业源废气颗粒物负荷	kg/km^2	
	工业源废气 VOCs 负荷	kg/km^2				
	固废 污染			工业危险废物产生量	t/km^2	区域工业危险废物产生量/国土面积, 反映区域工业危险废物的潜在危害程度
一般工业废物产生量				t/km^2	区域一般工业固体废物产生量/国土面积, 反映区域一般工业废物的潜在危害程度	
受体易 损性	受体敏 感性		人口密度	$\text{人}/\text{km}^2$	区域总人口/国土面积, 反映区域人类社会密集程度	
			工业产值密度	$\text{万元}/\text{km}^2$	区域工业产值/国土面积, 反映区域工业发展水平和密集程度	

注: ① 风险源危险性——主要关注污染物排放负荷越大, 区域环境容量越少, 导致有毒有害物质长期富集引发累积型环境污染事件发生的风险几率越大; ② 受体易损性——人口密度、工业产值密度越大, 当发生环境污染事件时, 经济社会受到的损失也越大。

2.2. 指标权重确定

在指标评价体系中, 各指标之间关系复杂, 既有内在联系又相互区别, 因此在开展环境污染风险综合指数计算之前需首先确定各评价指标在评价体系中的权重, 以表征其对环境污染风险值的贡献程度[9]。权重的确定是否精确直接影响评价结果的科学性和合理性, 是评价过程的重要研究内容。

目前, 根据赋权方式的不同, 确定权重的方法可分为客观赋权法和主观赋权法两大类型[10]。客观赋权法主要包括均方差法、主成分分析法、熵值法等, 是根据指标数据所反映的统计信息给指标赋权的一类方法; 主观赋权法主要包括状态最优化法、层次分析法、灰色关联度分析法等, 是结合人类主观偏好、专业知识和专家经验综合确定指标权重的一类方法。为了尽可能减少主观性对指标之间相对重要性的判断, 客观定量地描述各评价指标因子的权重, 本文采用得到广泛认可和应用的熵值法计算指标的权重[11]。

3. 数据处理

3.1. 数据来源

本文研究的样本区域为东源县县域内的 21 个乡镇。文中使用到所有的工业产值、主要水体、大气污染物产排量数据以及固废、危废产生量数据均来自第二次全国污染源普查数据库或来自对普查数据加工分析的结果, 各乡镇人口、国土面积等数据来自中国县域统计年鉴(2018 年、乡镇卷)。数据处理和分析主要在 IBM SPSS Statistics 24.0、ArcGIS 10.2 和 GeoDa 1.14 平台上进行。

3.2. 数据归一化

由于各评价指标的度量单位和属性、效应不一致, 部分数据运算值较大, 为消除指标量纲的差异, 需对数据进行归一化处理。本文设计的评价指标均为极大型, 即指标数值越大, 表示风险源危险性或受体敏感性越强, 对应的环境污染风险也越大。采用极值法对指标数据进行无量纲化处理如下[12]:

对于 n 个评价指标 m 个评价区域单元的原始数据矩阵 $A = (a_{ij})_{m \times n}$, 其归一化处理得到 $A' = (X_{ij})_{m \times n}$ 。

$$X_{ij} = \frac{\max\{a_{ij}\} - a_{ij}}{\max\{a_{ij}\} - \min\{a_{ij}\}} \quad (2)$$

式中: X_{ij} 为第 i 个区域单元的第 j 个指标要素的标准化数值; $\max\{a_{ij}\}$ 为 m 个评价区域单元中第 j 个指标要素的最大值; $\min\{a_{ij}\}$ 为第 m 个评价区域单元中第 j 个指标要素的最小值。研究区域环境污染风险评价指标归一化值计算结果见表 2。

Table 2. Normalized value of environmental pollution risk assessment index

表 2. 环境污染风险评价指标归一化值

序号	区域	工业源废水及其主要污染物 排放负荷					工业源废气及其主要污染物 排放负荷					工业源固体 废物负荷		人口 密度	工业 产值 密度
		排放 量	COD	氨氮	总氮	总磷	排放 量	SO ₂	NO _x	颗粒 物	VOCs	危废	一般 固废		
1	半江镇	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0.01	0	0.06	0	0.01	0
2	曾田镇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.19	0
3	船塘镇	0.04	0.01	0.01	0.03	0.02	0.78	0.04	0.01	0.02	0.01	0	0	0.91	0.11
4	灯塔镇	0.02	0.02	0.02	0.07	0.04	0.01	0.44	0.14	0.11	0	0.05	0.04	0.58	0.08
5	黄村镇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.42	0

Continued

6	黄田镇	0.06	0.96	1.00	0.70	0.80	0	0	0	0.01	0	0	0	0.18	0
7	涧头镇	0.15	0.17	0.23	0.30	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0
8	康禾镇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	0
9	蓝口镇	0.67	0.10	0.04	0.06	0.06	0.20	1.00	0.64	0.26	0.07	0.63	0.40	0.39	0.06
10	柳城镇	0.09	0.01	0	0	0	0.14	0.11	0.15	0.31	0.03	1.00	0	0.51	0.10
11	骆湖镇	0.10	0.30	0.28	1.00	1.00	0.35	0.63	0.18	0.13	0.01	0.07	0.61	0.46	0.23
12	上莞镇	0	0	0	0	0	0.31	0.46	0.83	1.00	0.12	0.46	0	0.61	0.13
13	双江镇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0
14	顺天镇	0	0	0	0	0	0.02	0	0.01	0.04	0	0.05	0	0.32	0.01
15	仙塘镇	1.00	1.00	0.27	0.56	0.95	1.00	0.15	0.17	0.40	1.00	0.08	1.00	1.00	1.00
16	新港镇	0.06	0.04	0.05	0.08	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0.17	0
17	叶潭镇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.37	0
18	义合镇	0.01	0.08	0.07	0.08	0.08	0	0	0	0.01	0	0	0	0.15	0
19	漳溪乡	0	0	0	0	0	0.40	0.49	1.00	0.45	0.15	0.01	0.01	0.34	0.14
20	锡场镇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0
21	新回龙镇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.3. 熵权计算

指标体系中各评价指标的权重大小可以利用熵值法公式进行确定。对于有 n 个评价指标、 m 个评价区域单元的评估问题中, 具体的熵权计算方法如下[12]:

① 计算指标信息熵

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m (Y_{ij} \times \ln Y_{ij}) \tag{3}$$

式中: e_j 为第 j 个指标要素的熵; $k = \frac{1}{\ln(m)}$; $Y_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}}$, 其中 X_{ij} 为第 i 个区域单元的第 j 个指标要素的标准化数值。

② 计算指标权重

$$\Omega_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \tag{4}$$

式中: Ω_j 为第 j 个指标要素的权重 ($0 \leq \Omega_j \leq 1$, $\sum_{j=1}^n \Omega_j = 1$); d_j 为信息熵冗余度, $d_j = 1 - e_j$ 。

研究区域各指标权重计算结果见表 3。

Table 3. Environmental pollution risk assessment index weight

表 3. 环境污染风险评价指标权重

计算指标	工业源废水及其主要污染物 排放负荷					工业源废气及其主要污染物 排放负荷					工业源固体 废物负荷		人口 密度	工业 产值 密度
	排放量	COD	氨氮	总氮	总磷	排放量	SO ₂	NO _x	颗粒物	VOCs	危废	一般固废		
k						0.33								
信息熵	0.50	0.50	0.50	0.55	0.51	0.60	0.59	0.56	0.61	0.34	0.51	0.37	0.89	0.53
信息熵冗余度	0.50	0.50	0.50	0.45	0.49	0.40	0.41	0.44	0.39	0.66	0.49	0.63	0.11	0.47
指标权重 (%)	7.79	7.76	7.84	6.97	7.56	6.16	6.34	6.85	6.11	10.25	7.56	9.75	1.70	7.37

4. 结果与讨论

利用区域环境污染风险综合指数模型和熵值法计算出东源县县域内各乡镇的水体、大气和综合环境污染风险相对值如表 4 所示。同时, 借助 ArcGIS-GeoDa 环境信息技术对风险值进行 Natural Break 法划分, 分别对应低污染风险、较低污染风险、中污染风险、较高污染风险和高环境污染风险 5 个等级, 得到各环境要素污染风险空间分布情况。

Table 4. Environmental pollution risk value and grade of each town in Dongyuan county
表 4. 东源县县域内各镇环境污染风险值及等级

序号	乡镇	水体环境污染 风险值及等级		大气环境污染 风险值及等级		综合环境污染 风险值及等级	
1	半江镇	0.0000	+	0.0078	+++	0.0076	+
2	曾田镇	0.0008	+	0.0010	++	0.0047	+
3	船塘镇	0.0216	++	0.1506	++++	0.0855	+++
4	灯塔镇	0.0340	++	0.1283	++++	0.0826	+++
5	黄村镇	0.0007	+	0.0002	+	0.0074	+
6	黄田镇	0.7057	+++++	0.0017	++	0.2714	++++
7	涧头镇	0.2128	++++	0.0002	+	0.0831	+++
8	康禾镇	0.0000	+	0.0000	+	0.0034	+
9	蓝口镇	0.1886	++++	0.3978	+++++	0.3116	++++
10	柳城镇	0.0195	++	0.1352	++++	0.1474	+++
11	骆湖镇	0.5245	+++++	0.2322	++++	0.3715	++++
12	上莞镇	0.0000	+	0.5008	+++++	0.2332	++++
13	双江镇	0.0000	+	0.0002	+	0.0014	+
14	顺天镇	0.0000	+	0.0135	+++	0.0145	++
15	仙塘镇	0.7599	+++++	0.5867	+++++	0.6921	+++++
16	新港镇	0.0556	+++	0.0005	+	0.0242	++
17	叶潭镇	0.0001	+	0.0000	+	0.0064	+
18	义合镇	0.0618	+++	0.0021	++	0.0271	++
19	漳溪乡	0.0000	+	0.4688	+++++	0.1851	+++
20	锡场镇	0.0000	+	0.0000	+	0.0003	+
21	新回龙镇	0.0000	+	0.0000	+	0.0000	+

注: 不同符号“+”的数量代表不同程度的污染风险级别, “+”表示低污染风险; “++”表示较低污染风险; “+++”表示中污染风险; “++++”表示较高污染风险; “+++++”表示高污染风险。

4.1. 水体环境污染风险分布

水体环境污染风险值由指标评价体系“废水污染”准则层中的各项指标归一化值及对应的权重求出, 并依据风险值大小对研究区域进行水体环境污染风险分级区划如图 1 所示。

可知, 东源县水体环境污染高风险区主要分布在仙塘镇、黄田镇和骆湖镇等 3 个乡镇, 其周边乡镇水体环境污染风险逐渐降低, 县域东西部外围乡镇为水体环境污染低风险区。结合二污普数据分析, 水体环境污染高风险区主要聚集了酒类制造、食品加工制造等高废水污染排放行业, 且污染源数量集中, 废水治理方式粗犷, 导致废水污染物排放强度大, 周边水体环境容量大幅减少, 容易诱发水体环境污染。各级水体环境污染风险区划内的行业结构和污染状况参见表 5。

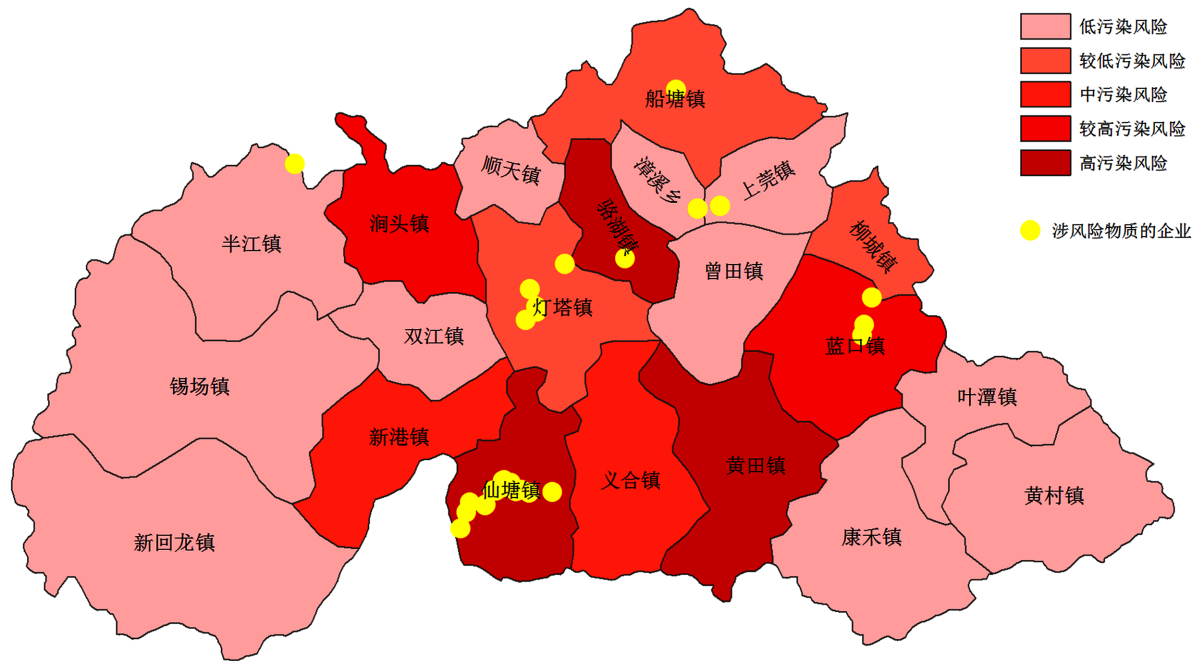


Figure 1. Spatial distribution of water environmental pollution risk in the study area
图 1. 研究区域水体环境污染风险空间分布

Table 5. Industry structure and pollution status in water environmental pollution risk zoning at all levels
表 5. 各级水体环境污染风险区划内的行业结构和污染状况

指标项目	水体环境污染风险等级					
	低风险	较低风险	中风险	较高风险	高风险	
面积占比	57.10%	12.71%	8.45%	9.19%	12.55%	
涉及乡镇	半江镇、曾田镇、黄村镇、康禾镇、上莞镇、双江镇、顺天镇、叶潭镇、漳溪乡、锡场镇、新回龙镇	灯塔镇、船塘镇、柳城镇	义合镇、新港镇	洞头镇、蓝口镇	仙塘镇、黄田镇、骆湖镇	
主导行业	/	非金属矿物制造(石英砂)	水的生产和供应、酒类生产	酒类生产、农副产品加工	酒类生产、食品加工制造	
涉水企业数量占比	4.94%	8.64%	7.41%	7.41%	71.60%	
主要水体污染物排放量贡献率	COD	0.15%	1.51%	3.98%	9.52%	84.84%
	NH ₃ -N	0.04%	1.30%	5.40%	12.34%	80.92%
	总氮	0.05%	4.52%	5.46%	13.44%	76.53%
	总磷	0.02%	2.10%	4.20%	9.44%	84.24%

4.2. 大气环境污染风险分布

大气环境污染风险值由指标评价体系“废气污染”准则层中的各项指标归一化值及对应的权重求出, 并依据风险值大小对研究区域进行大气环境污染风险分级区划如图 2 所示。

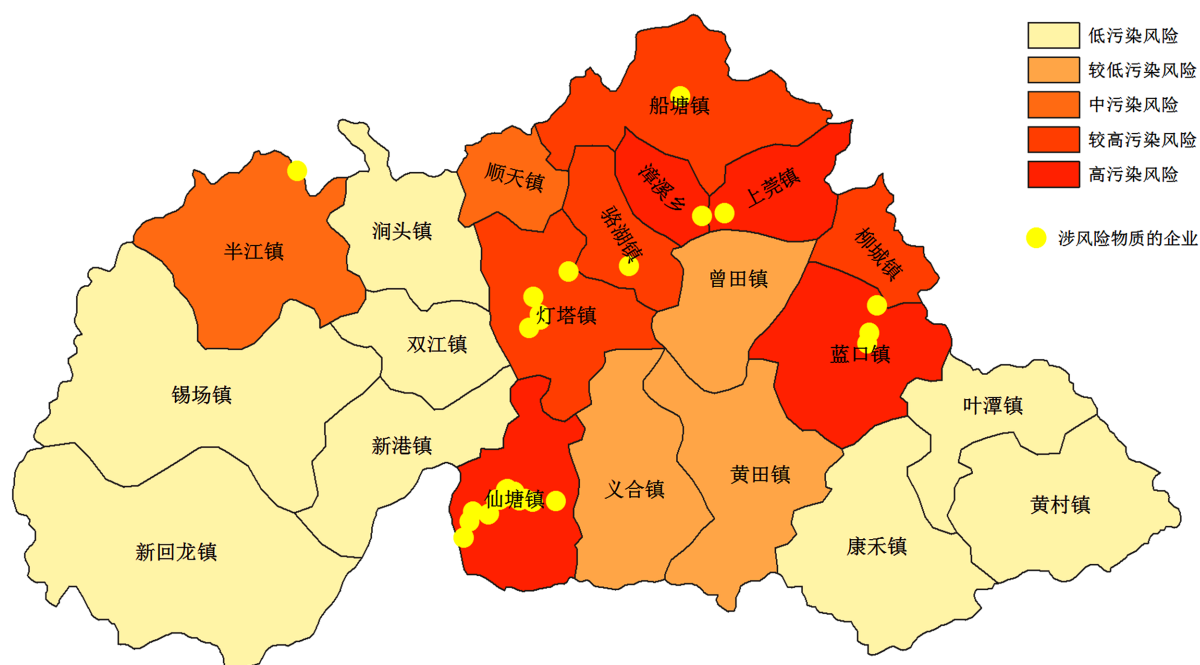


Figure 2. Spatial distribution of atmospheric environmental pollution risk in the study area
图 2. 研究区域大气环境污染风险空间分布

可知, 东源县大气环境污染高风险区主要分布在仙塘镇、漳溪乡、上莞镇和蓝口镇等 4 个乡镇, 风险热点区域沿县域中线呈带状分布, 两侧外围乡镇大气环境污染风险逐渐降低。结合二污普数据分析, 大气环境污染高风险区主要分布了水泥、平板玻璃、陶瓷、印刷、橡胶和塑料等重点废气污染排放行业, 且企业规模较大、数量集中, VOCs、氮氧化物等主要废气污染物处理效率较低, 导致周边大气环境容量大幅减低, 容易诱发大气环境污染。各级大气环境污染风险区划内的行业结构和污染状况参见表 6。

Table 6. Industry structure and pollution status in each level of atmospheric environmental pollution risk zoning
表 6. 各级大气环境污染风险区划内的行业结构和污染状况

指标项目	大气环境污染风险等级					
	低风险	较低风险	中风险	较高风险	高风险	
面积占比	46.87%	14.18%	8.92%	15.13%	14.89%	
涉及乡镇	黄村镇、洞头镇、康禾镇、双江镇、新港镇、叶潭镇、锡场镇、新回龙镇	义合镇、黄田镇、曾田镇	顺天镇、半江镇	骆湖镇、船塘镇、柳城镇、灯塔镇	仙塘镇、上莞镇、漳溪乡、蓝口镇	
主导行业	木材加工、非金属制品	木材加工、非金属矿采选	木材加工、电气机械和器材制造	水泥、陶瓷、皮革、食品制造、石英砂加工	水泥、平板玻璃、食品制造、印刷、橡胶和塑料	
涉气企业数量占比	3.70%	8.15%	2.72%	25.43%	60.00%	
主要大气污染物排放量贡献率	SO ₂	0.01%	0.02%	0.01%	33.73%	66.23%
	NO _x	0.02%	0.26%	0.40%	14.25%	85.07%
	颗粒物	0.09%	0.98%	2.00%	19.71%	77.22%
	VOCs	0.12%	0.08%	0.22%	3.26%	96.32%

4.3. 综合环境污染风险分布

综合环境污染风险值由指标评价体系“风险源危险性”“受体易损性”系统层中的各项指标归一化值及对应的权重求出, 并依据风险值大小对研究区域进行综合环境污染风险分级区划如图 3 所示。

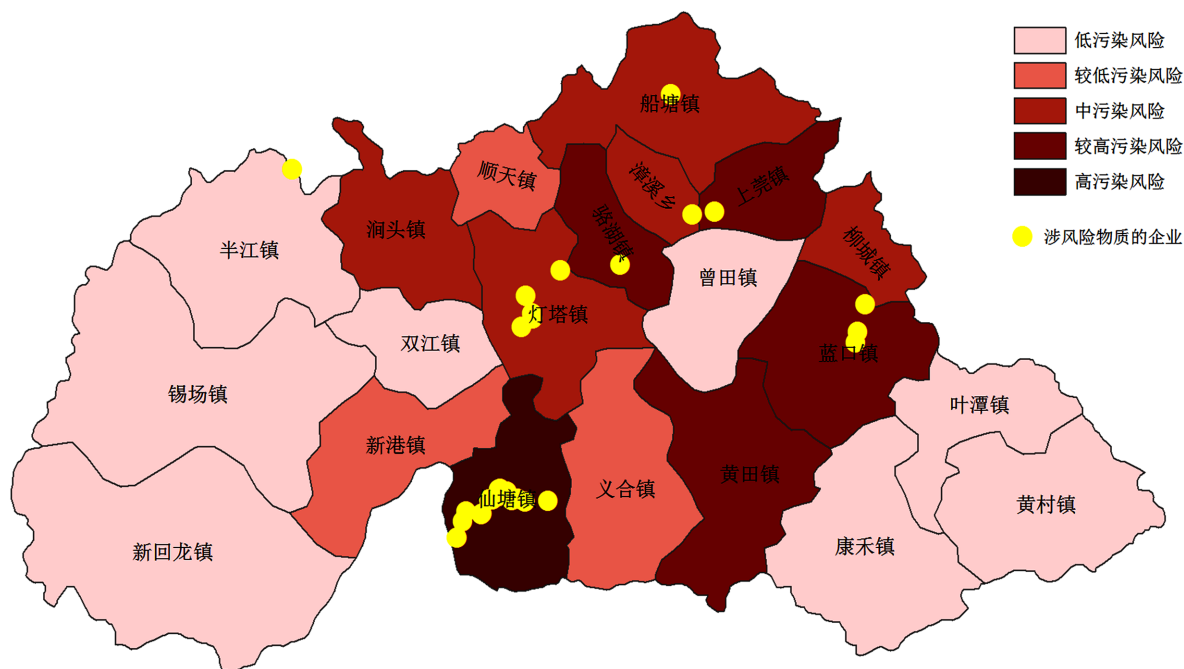


Figure 3. Spatial distribution of comprehensive environmental pollution risk in the study area
图 3. 研究区域综合环境污染风险空间分布

可知, 仙塘镇的综合环境污染风险最高, 其次是骆湖镇、上莞镇、蓝口镇和黄田镇等乡镇; 东西边缘地带多为水库水体涵养区和旅游景区, 环境污染风险源危险性低, 但受体易损性强。整体呈从区域中心逐渐向东西两边递减的环境污染风险分布格局。进一步分析, 综合环境污染风险较高的乡镇中, 行业主要由酒类生产、食品制造、水泥、平板玻璃、陶瓷制品、印刷、橡胶和塑料等高污染高环境风险行业主导, 且主要环境污染物治理效率存在较大提升空间, 污染源数量和涉风险物质企业分布相对集中, 污染物排放强度大, 环境容量受到极大压缩, 从而容易引发积累性环境污染风险。各级综合环境污染风险区划内的行业结构和特征参见表 7。

Table 7. Industry structure and characteristics in the comprehensive environmental pollution risk zoning at all levels
表 7. 各级综合环境污染风险区划内的行业结构和特征

指标项目	综合环境污染风险等级				
	低风险	较低风险	中风险	较高风险	高风险
面积占比	48.23%	11.33%	20.60%	15.80%	4.04%
涉及乡镇	半江镇、曾田镇、黄村镇、康禾镇、双江镇、叶潭镇、锡场镇、新回龙镇	义合镇、新港镇、顺天镇	漳溪乡、柳城镇、船塘镇、洞头镇、灯塔镇	骆湖镇、蓝口镇、黄田镇、上莞镇	仙塘镇

Continued

主导行业	/	木材加工、屠宰、船舶制造	非金属制造(个别水泥、陶瓷企业,大量具有炉窑烘干工艺的石英砂制造业)、黄酒	水泥、平板玻璃、白酒、屠宰	食品制造、印刷、陶瓷、橡胶和塑料、电气机械和器材制造	
工业源数量占比	6.84%	5.01%	25.21%	16.19%	46.74%	
涉风险物质企业数量(个)	1	0	8	4	17	
行业大类(个)	12	11	24	16	28	
行业小类(个)	21	20	55	33	103	
各指标环境污染风险值贡献率	废水污染	1.92%	67.61%	18.70%	45.30%	41.63%
	废气污染	10.48%	8.69%	54.02%	34.05%	30.27%
	固废污染	16.23%	5.82%	14.74%	15.66%	15.00%
	受体敏感性	71.38%	17.89%	12.54%	5.00%	13.10%

5. 结论

1) 由指标评价体系准则层中的各项指标归一化值与对应的权重的乘积所得出的东源县县域内各乡镇的水体、大气和综合环境污染风险相对值可知, 水体环境污染风险值为高污染风险的共有 3 个, 较高污染风险的共有 2 个, 为中污染风险的共有 2 个, 为较低污染风险的共有 3 个, 为低污染风险的共有 11 个; 大气环境污染风险值为高污染风险的共有 4 个, 较高污染风险的共有 4 个, 为中污染风险的共有 2 个, 为较低污染风险的共有 3 个, 为低污染风险的共有 8 个; 综合环境污染风险值为高污染风险的共有 1 个, 较高污染风险的共有 4 个, 为中污染风险的共有 5 个, 为较低污染风险的共有 3 个, 为低污染风险的共有 8 个;

2) 东源县水体环境污染高风险区主要分布在仙塘镇、黄田镇和骆湖镇等 3 个乡镇, 其周边乡镇水体环境污染风险逐渐降低, 县域东西部外围乡镇为水体环境污染低风险区;

3) 东源县大气环境污染高风险区主要分布在仙塘镇、漳溪乡、上莞镇和蓝口镇等 4 个乡镇, 风险热点区域沿县域中线呈带状分布, 两侧外围乡镇大气环境污染风险逐渐降低;

4) 综合所得, 仙塘镇在水体、大气和综合环境污染风险等级中均为高污染风险, 整体呈从区域中心逐渐向东西两边递减的环境污染风险分布格局。进一步分析, 综合环境污染风险较高的乡镇中, 行业主要由酒类生产、食品制造、水泥、平板玻璃、陶瓷制品、印刷、橡胶和塑料等高污染高风险行业主导。

参考文献

- [1] 唐征, 吴昌子, 谢白, 等. 区域环境风险评估研究进展[J]. 环境监测管理与技术, 2012, 24(1): 8-11.
- [2] 叶懿安, 张磊, 蒋晓威, 等. 区域环境风险分区研究——以泰州市为例[J]. 环境科技, 2018, 31(1): 41-45.
- [3] Liu, S.Y., Wang, H.Q. and Li, Y.L. (2012) Current Progress of Environmental Risk Assessment Research. *Procedia Environmental Sciences*, **13**, 1477-1483. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.139>
- [4] 杨洁, 毕军, 李其亮, 等. 区域环境风险区划理论与方法研究[J]. 环境科学研究, 2006, 19(4): 132-137.
- [5] 李明光, 张娅兰, 喻怀义. 区域环境风险管理规划探讨——以广州市黄埔区为例[J]. 广州环境科学, 2009, 24(1): 35-39.
- [6] 杨小林, 顾令爽, 李义玲, 等. 基于动态综合评价的区域环境风险差异化管理[J]. 中国环境科学, 2018, 38(6):

2382-2391.

- [7] 周晶, 贾亚娟, 郭小桐. 区域环境风险系统分析及指标体系建立[J]. 环境与发展, 2019, 31(6): 10, 12.
- [8] 曲常胜, 毕军, 黄蕾, 等. 我国区域环境风险动态综合评价研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2010, 46(3): 477-482.
- [9] 冷苏娅, 蒋世杰, 潘杰, 等. 京津冀协同发展背景下的区域综合环境风险评估研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2017, 53(1): 60-69.
- [10] Xu, L. and Liu, G. (2009) The Study of a Method of Regional Environmental Risk Assessment. *Journal of Environmental Management*, **90**, 3290-3296. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.05.011>
- [11] 朱军, 李益敏, 余艳红. 基于 GIS 的高原湖泊流域生态安全格局构建及优化研究——以星云湖流域为例[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(8): 1237-1250.
- [12] 许文杰, 许士国. 湖泊生态系统健康评价的熵权综合健康指数法[J]. 水土保持研究, 2008, 15(1): 125-127.