

区域环境管理指标体系研究与水平评价*

——以大渡口区为例

陈蓓^{1,2},王雪琴^{1,2}

(1. 重庆大学 西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室;
2. 重庆大学 资源及环境科学学院,重庆 400044)

摘要 运用“驱动力—状态—响应”(简称“DSR”)框架模型理论,从环境管理实施过程角度构建了区域环境管理指标体系框架,提出了区域环境管理水平评价模型和环境管理水平评价指数的分级标准,并应用于重庆市大渡口区。计算了大渡口区2005—2009年的环境驱动力指数、环境状态指数、环境响应指数和环境管理水平评价指数,分析了各指数的计算结果与实际情况的吻合度,论证了本文环境管理水平评价模型具有构建合理、研究区指标体系及其权重设置得当的特点,明确了大渡口区环境管理水平评价指数的主要影响因素为环境驱动力指数。为了降低区域环境驱动力指数、提高环境管理水平,提出了调整产业结构、完善环境基础设施等建议。

关键词 DSR 框架模型 环境管理 指标体系

中图分类号 X322

文献标志码 A

文章编号 1672-6693(2012)02-0042-05

环境管理是指管理当局为了实现预期的环境目标,对社会、经济发展过程中可能产生的环境污染和破坏性影响活动,采取各种措施和手段进行调节和控制^[1]。它的研究对象为“社会—经济—环境”复合生态系统。区域环境管理指标体系是指导区域环境管理工作有序开展、考核区域生态环境建设与管理的定量评价工具。由于具有区域差异大、管理涉及面广、环境管理短期效益不显著等特点,国内外关于区域层次的环境管理及指标体系的研究较少^[2,3],且国内尚未正式出台专门的环境管理指标体系。以往环境管理指标体系大多从环境管理要素或环境管理实施手段的角度构建,缺乏对经济、社会和环境三者之间关系的考虑^[4]。本文应用DSR模型机理,从环境管理实施过程角度构建一套包括社会、经济和环境3要素,与区域环境管理研究对象一致的环境管理指标体系,用于定量评价区域环境管理水平,指导区域生态环境建设与管理。

1 指标体系的构建理论与框架

DSR框架模型是基于PSR(压力—状态—响

应)模型发展起来的^[5-6],含义为:人类对环境施以包括社会、经济和制度等方面的“压力”,驱使环境“状态”发生改变,当社会意识到环境状态改变又通过“响应”来阻止或者减轻环境破坏。该模型区分了3类指标:1)驱动力指标,表征造成发展不可持续的人类活动和消费模式或经济模式,包括社会发展、污染物质排放和资源消耗等;2)状态指标,表征特定时段的环境状态和环境变化情况,包括生态系统与自然环境等的现状;3)响应指标,表征社会为预防、减轻或阻止人类活动对环境造成的负面影响而采取的措施,包括法规、教育、市场机制和技术变革等。

DSR模型同环境管理一样,都描述了社会、经济和环境之间的相互作用关系。运用DSR理论可将环境管理解释为:管理当局为了实现预期的环境目标(即使环境达到某一状态—S),采取各种措施和手段(响应—R)调控环境污染和破坏性影响(驱动力—D)。因此,本文运用DSR模型理论构建区域环境管理指标体系,框架如图1。

* 收稿日期 2011-06-15 修回日期 2011-10-10 网络出版时间 2012-03-14 19:27:00

资助项目:国家自然科学基金项目(No. 11071194),陕西省教育厅科研计划项目资助(No. 2010JK538),陕西省科技厅自然科学基金项目(No. 2010JM1009),信息安全国家重点实验室(中国科学院软件研究所)(No. 100190)

作者简介:陈蓓,女,教授,博士,研究方向为环境规划与管理。

网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20120314.1927.201202.42_008.html

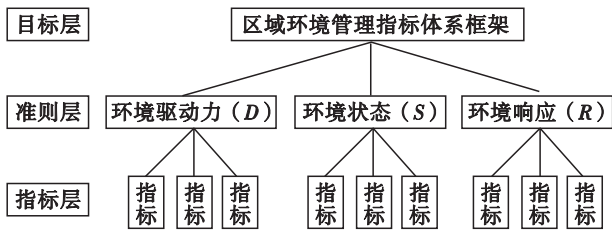


图 1 区域环境管理指标体系框架图

2 区域环境管理水平评价模型构建及指数分级

2.1 模型构建

区域环境管理水平评价模型的构建主要基于：
 1) 可将环境管理的实施过程理解为：采取各种“响应”措施，调控环境“驱动力”，使环境达到某一“状态”
 2) 假设环境管理指标体系能包含所有与环境管理有关的社会、经济和环境要素
 3) 假设图 1 中各指标层指标相对目标层指标的权重分别为 W_{D_i} 、 W_{S_j} 和 W_{R_k} 。综合考虑以上 3 点，本文提出区域环境管理水平评价模型为

$$EM = S + R - D = \sum_i x_{S_i} \cdot w_{S_i} + \sum_j x_{R_j} \cdot w_{R_j} - \sum_k x_{D_k} \cdot w_{D_k} \quad (1)$$

式中 EM 为区域环境管理水平评价指数， D 、 S 、 R 分别表示区域环境驱动力指数、环境响应指数和环境状态指数， x_{S_i} 、 x_{R_j} 、 x_{D_k} 和 w_{S_i} 、 w_{R_j} 、 w_{D_k} 分别代表图 1 中准则层 S 指标、 R 指标、 D 指标下各指标层的指标及相应的权重。

2.2 指数分级

假设图 1 中各准则层指标相对于目标层指标的权重分别为 w_D 、 w_S 、 w_R ，且各指标层指标的数据经标准化处理后取值范围为 0~1。0 代表该指标处于最低水平，1 代表最高水平。根据(1)式 EM 指数的最优值对应于区域 S 和 R 指数最大、 D 指数最小的理想状态； EM 的最差值对应于 S 和 R 指数最小、 D 指数最大的极端状态。在考虑准则层指标权重的情况下， EM 的最优值 EM_{max} 等于 $w_S + w_R$ ，最差值 EM_{min} 等于 $-w_D$ ，因此 EM 的取值范围在 $-w_D \sim w_S + w_R$ 之间。

参照国内外各种指数的分级方法，对 EM 设计一个 5 级分级标准，如果将 EM_{max} 减去 EM_{min} 的值用 Em 代替，则区域环境管理水平各评价等级的表征状态如表 1 所示。其中，环境管理 I 级水平表示区域环境管理水平很高，即区域的环境响应强度很高、管理者调控环境污染与破坏的能力很强，环境状态

很好。其余 4 个等级表征的状态以此类推。

表 1 区域环境管理水平评价等级划分标准

环境管理等级	对应分值	表征状态
I	$(EM_{max} - 0.2Em, EM_{max}]$	环境管理水平很高
II	$(EM_{max} - 0.4Em, EM_{max} - 0.2Em]$	环境管理水平较高
III	$(EM_{max} - 0.6Em, EM_{max} - 0.4Em]$	环境管理水平一般
IV	$(EM_{max} - 0.8Em, EM_{max} - 0.6Em]$	环境管理水平较低
V	$(EM_{min}, EM_{max} - 0.6Em]$	环境管理水平很低

3 实例研究

3.1 研究区概况

大渡口区位于重庆市中心城区西南部，是重庆市主城 12 个中心组团之一，是全部纳入重庆市规划的主城核心区。该区现管辖 5 个街道、3 个建制镇，面积 102.83 km²。该区属长江水系，流经区内的河流主要有长江及重要支流跳蹬河、伏牛溪等。区内矿产资源丰富，主要有石灰岩、白云石和页岩等。2005—2009 年本区生产总值从 69.8 亿元增至 149.6 亿元，规模以上工业企业中重工业产值所占比重均在 77% 以上。近几年来，区域城市化建设强大、城市化率达到 100%，主导产业为工业，农业被逐步弱化。2009 年区域 3 大产业比为 1.1: 66.3: 32.6，以重钢为首的高污染、高能耗的重工业在第二产业中所占比重极大。

3.2 指标选取

依据科学性、全面性与代表性、数据的可获得性与实用性、可比性和区域独特性等原则，以区域环境管理指标体系框架为基准，对相关指标集进行筛选，确定大渡口区环境管理指标体系(见表 2)：1) 驱动力指标包括社会发展、经济发展、污染排放和资源消耗 4 个子类，共 11 项指标，突出了工业及重工业指标，未考虑农业和畜禽养殖业方面的指标；2) 环境状态指标包括生态、水、大气和噪声环境 4 个子类，共 8 项指标，未考虑难以量化且不是区域特征污染的辐射指标；3) 响应指标包括环境建设、环境制度与环境宣教 2 子类，共 12 项指标，在选取该类指标时尽量做到与驱动力、状态指标对应。

3.3 制定指标标准

3.3.1 标准制定遵循的原则 各指标标准值的确定遵循以下原则：1) 凡已有国家或地方标准的指标，尽量选用已有的标准值；2) 没有既定标准的指标，参考国内外有良好特色的城市的现状值作为评价标准；3) 其余指标标准参考国家或者重庆市现状平均

水平确定。各指标标准值见表 2。

表 2 大渡口区环境管理指标体系权重及标准

目标层 (w_i)	准则层 (w_j)	类别	指标层 (单位)	权重 (w_i)	标准值	标准依据	备注		
环境 驱动力 (0.32)	社会发展		城市化水平(%)	0.029	100	维持现状	+		
			人口密度(人·km ⁻²)	0.032	3500	参照欧洲大部分城市平均水平	+		
			人口增长率(‰)	0.018	8	重庆市近5年平均水平	+		
	经济发展		人均GDP(元)	0.019	80 000	上海、深圳等发达城市现状水平	+		
			第三产业占GDP的比重/%	0.027	40	国家标准1	-		
	环境 管理 指标 体系 (1.0)	环境 状态 (0.30)	污染 排放	规模以上工业企业中重工业产值比重(%)	0.029	70.5	全国平均现状	+	
				工业废水(万t·万元 ⁻¹)	0.01575	18.7	国家标准2	+	
				万元工业增加值主要污染物排放强度	COD(kg·万元 ⁻¹)	0.01575	3.5	国家标准2	+
				SO ₂ (kg·万元 ⁻¹)	0.01575	15.4	国家标准2	+	
				烟尘(kg·万元 ⁻¹)	0.01575	5.2	国家标准2	+	
人均生活污水年排放量(t·人)				0.026	40	重庆市近五年平均水平	+		
人均生活垃圾年排放量(kg·年 ⁻¹ ·人 ⁻¹)				0.024	55	全国污染源普查产排污系数手册	+		
资源 消耗		单位GDP水耗(t·万元 ⁻¹)	0.022	70.7	国家标准2	+			
		单位GDP能耗(t标煤·万元 ⁻¹)	0.031	0.9	国家标准1	+			
环境 管理 指标 体系 (1.0)	环境 状态 (0.30)	生态 环境	森林覆盖率(%)	0.037	45	国家标准1	+		
			城市人均公共绿地面积(m ²)	0.033	20	国家标准1	+		
			水土流失面积占总面积比例/%	0.021	37	全国平均现状水平	-		
		水环境		水域功能区水质达标率(%)	0.059	100	国家标准2	+	
				空气质量Ⅱ级以上天数占全年比例(%)	0.038	80	国家标准2	-	
		大气 环境	主要空气污 染物年日均浓度	SO ₂ (mg·m ⁻³)	0.015	0.06	国家标准1	+	
				PM ₁₀ (mg·m ⁻³)	0.015	0.1	国家标准1	+	
				NO ₂ (mg·m ⁻³)	0.015	0.08	国家标准1	+	
		噪声 环境		区域环境噪声平均值(dB)	0.035	50	GB3096-2008	-	
				交通干线噪声平均值(dB)	0.032	68	国家标准2	-	
环境 管理 指标 体系 (1.0)	环境 响应 (0.38)	环境 建设	城市生活污水集中处理率(%)	0.038	95	国家标准2	+		
			重点工业企业工业废水排放达标率(%)	0.013	100	国家标准2	+		
			污染排放稳定	SO ₂ 排放达标率(%)	0.013	100	国家标准2	+	
			达标率	烟尘排放达标率(%)	0.013	100	国家标准2	+	
		环境 建设		城市气化率(%)	0.029	100	国外发达城市现状	+	
				噪声达标区覆盖率(%)	0.033	100	国家标准3	+	
				生活垃圾无害化处置率(%)	0.036	100	国家标准1	+	
		环境 响应 (0.38)		工业固废处置利用率(%)	0.024	100	国家标准1	+	
				危险废物处置率(%)	0.025	100	国家标准1	+	
				矿产资源开发生态恢复率(%)	0.034	90	国家标准1	+	
环境制 度与环 境宣教		环境保护投资占GDP比重(%)	0.031	3.5	国家标准1	+			
		公众对环境保护的满意率(%)	0.026	95	国家标准1	+			
		中小学环境教育普及率(%)	0.028	85	国家标准2	+			
		建设项目环评、“三同时”及规划环评制度执行率(%)	0.037	100	国家标准2	+			

注:表中“国家标准1”指国家生态城市建设考核标准^[7]“国家标准2”指国家环保模范城市考核标准^[8]“国家标准3”指国家园林城市标准^[9]。备注栏中“+”表示该指标为正效益指标,该指标数值越大,它所对应的准则层指标就越大;“-”表示负效益指标。本文各指标数据主要来源于《大渡口区统计年鉴》、《大渡口区环境质量报告书》和《大渡口区污染源排放报告》等。

3.3.2 指标标准化 本文各指标数据涉及社会、经济、环境等方面,无法直接比较和运算,须对数据进行标准化处理。数据标准化公式如下

$$\text{正效益指标 } P_i = \begin{cases} X_i/A_i, & \text{当 } X_i < A_i \\ 1, & \text{当 } X_i \geq A_i \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{负效益指标 } P_i = \begin{cases} A_i/X_i, & \text{当 } X_i > A_i \\ 1, & \text{当 } X_i \leq A_i \end{cases} \quad (3)$$

式中 P_i 为指标标准化值, X_i 为某一指标的原始值, A_i 为指标标准值。

3.4 计算与评价

3.4.1 指标赋权 本文应用 AHP 确定各指标权重,步骤如下:1)将表2中“目标层、准则层、指标层”的层级结构作为 AHP 的层次结构模型。2)采用 1~9 标度法,向 13 位专家发放了指标相对重要性调查问卷,收回有效问卷 11 份。这 11 位专家的领域及人数分布为:环境管理 3 位、环境规划 2 位、环境科学 1 位、数理统计 2 位、大渡口区环境管理部门 3 位。3)根据调查结果构造判断矩阵,计算出各判断矩阵的最大特征根及相应的特征向量,对各判断矩阵进行一致性检验。4)经计算,各判断矩阵的一致性比例均小于 0.1,说明判断矩阵的一致性可以接受。5)对通过一致性检验的权重进行归一化处理,得到各指标相对目标层指标的权重值,见表 2。

3.4.2 指数计算 根据公式 1 计算研究区 2005—2009 年的 D 、 S 、 R 和 EM 指数,结果见图 2。

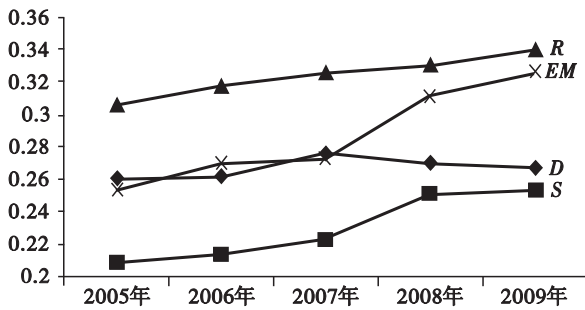


图2 大渡口区环境管理水平评价结果图

根据上述区域 EM 指数取值范围与分级标准,确定大渡口区 EM 的取值区间为 $[-0.32, 0.68]$, 则 Em 等于 1, EM 指数各分级区间为: I 级 $(0.48, 0.68]$ 、II 级 $(0.28, 0.48]$ 、III 级 $(0.08, 0.28]$ 、IV 级 $(-0.12, 0.08]$ 和 V 级 $[-0.32, -0.12]$ 。根据图 2 可确定大渡口区 2005—2007 年换届管理等级为 III 级, 2008 年和 2009 年环境管理等级上升为 II 级。

3.5 分析与讨论

3.5.1 计算结果分析 图 2 显示 2005—2009 年,大渡口区 D 指数在 0.261~0.276 之间呈前 3 年增大、后 2 年减小的趋势变化,环境驱动力水平均较高,区

域 S 指数在 0.209~0.253 之间呈逐渐增大的趋势变化,环境状态明显改善; R 指数在 0.306~0.340 之间呈持续稳定增大的趋势变化,环境响应强度较大; EM 指数在 0.254~0.326 之间呈逐渐增大的趋势变化,环境管理水平逐渐提高,但是离 I 级水平差距较远。

3.5.2 计算结果与区域实际情况的吻合度分析 1)首先,大渡口区 R 指数持续稳定增大与区域逐渐加大环保力度的实际情况相符。5 年间本区逐步实施了“十二五”环保规划提出的环保项目,相继实施了“四大行动”(蓝天行动、碧水行动、宁静行动和绿地行动),落实了建设“五个重庆”的相关措施和要求等,区域的环境“响应”强度呈逐渐加大的趋势。2)大渡口区 2005—2007 年 D 指数呈增大趋势的计算结果可以用本区的实际情况解释为:目前,该区正处于城市化建设的高峰期,且大渡口区历来就是重庆市的主要重工业基地,工业及重工业发达,工业排污和能耗大;由于历史原因,区域环境基础设施尚不完善。因此,大渡口区社会经济发展、污染排放、能源消耗等因素综合起来对环境产生的“压力”逐渐增大。3) D 、 S 指数的变化趋势可解释为:由于 5 年间本区的环境“响应”强度逐渐加大,最终在 2008 年控制了环境驱动力持续增大的趋势,2008—2009 年 D 指数开始下降,环境驱动力与环境响应的综合作用使得区域环境状态持续改善,且在 2008 年 S 指数上升很大。4)因此,本文计算出的 D 、 S 、 R 指数与该区的实际情况相符,说明本文的环境管理水平评价模型构建合理,研究区环境管理指标体系及其权重设置得当。

3.5.3 EM 的主要影响因素分析及建议 根据计算结果,2005—2009 年,大渡口区 D 指数较大,下降到理想值 0 的空间还很大,而 S 和 R 指数与 EM 指数呈正相关,现状水平已经较高,进一步提升到理想值 0.30 和 0.38 的空间较小、难度较大。所以本区 EM 指数的主要影响因素为 D 指数,要进一步提高其环境管理水平,应首先考虑降低环境驱动力。本区 D 指数由 12 项指标共同决定。在未来几年,随着研究区社会、经济发展,人民生活水平将提高,区域外来人口可能增加,其他指标都可能升高或者保持不变;可以控制的指标只有“第三产业占 GDP 比重、规模以上工业企业中重工业产值比重、万元工业增加值主要污染物排放强度、水土流失占总面积比例、单位 GDP 水耗和单位 GDP 能耗”6 项指标。

基于大渡口区实际情况和上述研究成果,对今后的发展提出如下建议:1)尽快完成市政府关于重钢集团等重污染企业搬迁或关闭的决定,整顿或关闭不符合产业政策、污染物排放不达标的小型工业企业,加快推进企业入驻工业园区的步伐,推动产业

向以现代服务业和高新技术产业为主的高端产业转型。2)尽快完成工业园区污水处理设施建设,完善生活污水处理设施、垃圾收运系统等建设,控制快速城市化给环境造成的“驱动力”。3)针对水土流失、次级河流污染、建筑扬尘污染、施工噪声扰民等问题开展切实有效的专项整治。

4 结语

1)运用 DSR 框架模型理论,从环境管理实施过程角度构建了区域环境管理指标体系框架,该框架包括目标层、准则层和指标层 3 个层次。

2)提出了区域环境管理水平评价模型,并对区域环境管理水平评价指数(EM 指数)设计了一个 5 级分级标准。

3)在重庆市大渡口区进行了实例研究。筛选了一套符合研究区实际情况的环境管理指标体系,并计算了 D 、 S 、 R 和 EM 指数。分析了各指数计算结果与研究区实际情况的吻合度,论证了本文模型创建、指标筛选及权证设置的合理性。

4)找到了大渡口区 EM 指数的主要影响因素为 D 指数。明确了降低区域 D 指数、提高环境管理水平的途径,在此基础上提出了调整产业结构、完善环境基础设施等建议。

5)本文的研究方法与思路可推广到其他地区,用于评价研究区环境驱动力水平、环境状态、社会响应强度和 environment 管理水平。但是在研究其他区域时,需要针对研究区特定的社会、经济和环境等状态制

定环境管理指标体系。

参考文献:

- [1] 吕永龙,贺桂珍. 现代环境管理学[M]. 北京:中国人民大学出版社,2009.
- [2] Melvasalo T. Regional marine environmental management and the GPA-LAB: perspectives and the need for scientific support[J]. Ocean & Coastal Management, 2000, 43(8): 713-724.
- [3] Shearer A W, Mouat D A, Bassett S D, et al. Examining development-related uncertainties for environmental management: Strategic planning scenarios in Southern California[J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 77(4): 359-381.
- [4] 宋照亮. 开发区环境管理指标体系研究[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(12): 1-4.
- [5] UNCS(D United nations commission on sustainable development). Indicators of sustainable development: framework and methodologies[M]. New York: United Nations publication, 1996.
- [6] Organization for economic cooperation and development (OECD). OECD Environmental Indicators: Development Measurement and Use[EB/OL]. [2004-05-20] http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf.
- [7] 国家环保总局. 关于印发《生态县、生态市、生态省建设指标(修订稿)》的通知[Z]. 2007.
- [8] 国家环保总局. 关于印发《“十一五”国家环境保护模范城市考核指标及其实施细则》的通知[Z]. 2006.
- [9] 国家住房和城乡建设部. 关于印发《国家园林城市申报与评审办法》、《国家园林城市标准》的通知[Z]. 2010.

Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

The Research and Assessment of the Regional Environmental Management Index System —Case Study of Dadukou District

CHEN Bei^{1,2}, WANG Xue-qin^{1,2}

(1. Key Laboratory of China Southwest Resource Exploitation and Environmental Disaster Control Engineering Ministry of Education ;
2. College of Resources and Environmental Science, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: With the application of the Driving Force-State-Response framework(DSR) model mechanism, this paper constructed the framework of regional environmental management index system on the basis of environment management process, put forward the regional environmental management evaluation model and grading standards of the environmental management evaluation index, and applied them to Dadukou District of Chongqing. Then it calculated the environmental driving force index, environmental state index, environmental response index and environmental management evaluation index from 2005 to 2009 in Dadukou district. This paper analyzed the goodness of fit between the calculating results and the actual situation, demonstrated the regional environmental management evaluation model in the study area. This article found the main factor which influences the environmental management evaluation index of Dadukou district is the environmental driving force index. In order to reduce the environmental driving force index and raise the environmental management level, the author raised some suggestions such as adjustment of the industrial make-up, the perfectness of the environmental fundamental facilities and so on.

Key words: DSR framework model; environmental management; index system