

土地规划环境影响评价指标体系的构建*

王 敏¹,董金玮¹,郑新奇^{1,2}

(1. 山东师范大学 人口·资源与环境学院,济南 250014;2. 中国地质大学 土地科学技术系,北京 100083)

摘 要:目前我国正在开展新一轮的土地利用总体规划编制,要求在编制土地利用总体规划过程中开展环境影响评价工作,而当前我国的土地规划环境影响评价工作刚刚起步,国内还没有形成公认的范例。通过对土地规划环境影响评价影响因素的系统分析,并结合济南市的具体情况,建立土地规划环境影响评价的指标体系,它分为 3 个层次,即总目标层、环境目标层和指标层,指标层共包括 20 个评价因子,通过类比调查、现场勘查和访问以及专家咨询等工作,利用定性排序确定出 11 个主要的评价指标,并利用成对比较法确定指标的相对权重。在前人研究的基础上,结合济南市土地规划的环境影响评价,对土地规划环境影响评价指标体系的构建进行探讨,以期对土地规划的环境影响评价提供参考。

关键词:土地规划;环境影响评价;指标体系

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2008)01-0142-03

The Construction of Indicator System for Environmental Impact Assessment in Land Use Planning

WANG Min¹,DONG Jin-wei¹,ZHENG Xin-qi^{1,2}

(1. School of Population, Resources and Environment, Shandong Normal University, Ji'nan 250014, China;2. Department of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract :At present our country is carrying out new land use planning ,the Environmental Impact Assessment of which is required. However ,the work just started ,paradigms have not appeared. The paper analyzed influencing factors of environmental impact assessment in land use planning systematically ,combined with physical circumstance of Ji'nan city ,and built indicator system for environmental impact assessment in land use planning. This was divided into three levels :chief target hierarchy ,environmental goal hierarchy ,indicators hierarchy ,there are twenty factors in indicators hierarchy ,which were got by analogy investigation ,scene investigation ,visit and expert consultation ,and then eleven key assessing factors were chosen by term weighting. Finally the weights of indicators were determined by pair comparison. Some discussion was carried on as to build indicator system for environmental impact assessment in land use planning based on the research works of the predecessors. The paper took LUPEIA of Ji'nan city as an example ,in order to offer references for environmental impact assessment in land use planning.

Key words :land use planning ;Environmental Impact Assessment ;indicator system

2003 年 9 月 1 日起实施的《中华人民共和国环境影响评价法》第一次将环境影响评价从单纯的建设项目扩展到各类发展规划。目前我国正在开展新一轮的土地利用总体规划编制,要求在编制土地利用总体规划过程中开展环境影响评价工作,而当前我国的土地规划环境影响评价(Environmental Impact Assessment in Land Use Planning,简称 LUPEIA)工作刚刚起步,国内还没有形成公认的范例。该文在前人研究的基础上,结合济南市土地规划的环境影响评价,对土地规划环境影响评价指标体系的构建进行探讨,以期对土地规划的环境影响评价提供参考。

土地利用是指在一定社会生产方式下,人们为了一定的目的,根据土地自然属性及其规律,对土地进行的使用、保护和改造活动^[1]。随着社会经济的发展,土地利用结构和形式

渐趋复杂,由此引发的对土地生物生态系统及环境的影响也愈来愈严重。但这些影响主要集中在规划区范围内,故其环境影响评价的内容主要包括对规划区现状的评价和对规划方案的评价两部分。所以,其指标体系建立时主要考虑规划目标和方案的影响因子识别。

1 土地规划的环境影响识别

环境影响是指人类活动(经济活动、政治活动和社会活动)导致的环境变化以及由此引起的对人类社会的效应。环境影响识别就是要找出所有受影响(特别是不利影响)的环境因素,以使环境影响预测评价减少盲目性,环境影响综合分析增加可靠性,污染防治对策具有针对性^[2]。在土地利用规划环境影响识别时,由于不同环境影响因子的重要性不

* 收稿日期:2006-11-09

基金项目:山东省自然科学基金项目(Y2003E04);济南市土地利用总体规划修编项目(2004-ZD-01)

作者简介:王敏(1978-),女,硕士研究生,主要从事土地资源与管理、土地规划环境影响评价等研究。

通信作者:郑新奇,教授,博导。

同,并不要对所有环境影响因子都进行考虑。因此,环境影响识别的主要任务是通过规划战略中所有预期的环境影响进行检验,确定其重要程度,筛选出显著的环境影响因子,并对其进行预测、评价和分析。对于不太重要的环境影响可进行简化或省略,降低了环境影响评价的执行成本^[3]。下面以济南市土地规划的环境影响评价为例,说明环境影响识别的方法及内容。

1.1 识别土地利用规划中与环境关系密切的内容

济南市土地利用规划与环境关系密切的内容主要包括以下几方面:一是土地利用目标及方针,二是土地利用结构调整与分区,包括农用地的土地利用结构调整方向,建设用地范围的规划与布局,泉水水源保护区、生态景观保护区等其它用地区的划分。

因此,可以确定出于规划有关经济行为有:耕地转化为建设用地、未利用地转化为建设用地、增加牧草地面积、水域面积、交通用地面积、水利设施用地面积等。

1.2 规划经济行为对环境的影响分析

土地利用规划方案的实施虽然可以实现土地利用的目标,但对规划区内的生态环境也会带来一定影响,主要表现在:(1)耕地转化为建设用地会增加工业废水和生活污水,增加SO₂、CO₂等温室气体的排放,加重环境污染。另外还会破坏原有的生态景观,威胁生物多样性。(2)未利用地转化为其它类型用地会导致原生、次生自然植被及人工植被的减少和退化,景观多样性降低,野生动植物的生存空间减少,从而可能引起土壤侵蚀以及水土流失的加剧。(3)水域面积、水利设施用地面积的增加表明水利水电工程、农田灌溉工程进一步实施,可以更加合理地利用水资源,但另一方面也影响了自然生境,并且随着混凝土灌溉水渠的修建,无法涵养水源,且渠道笔直,表面光滑,造成渠道无法贮存水分以寄养水中生物,从而也减少了生物的多样性。(4)增加交通用地能够促进社会经济的快速发展,但公路、铁路通常将许多联系的动植物生境一分为二,成为许多动物迁徙、植物孢粉运移的屏障。此外,公路的开通会带来一系列的城镇化效应,使公路两边的大量农田被占用,对农村剩余劳动力的转移以及粮食安全问题都产生不同程度的威胁。(5)增加森林覆盖率、划定泉水保护区、退耕还林能够涵养水源,改善气候,有利于地下水位的保持,增加生物的多样性,但会改变原有的土地利用类型。

1.3 编制环境影响识别表

根据以上分析编制出规划的环境影响识别表(表1)。

2 指标体系的建立

2.1 指标体系建立的原则

为了规划环境影响评价的需要,已有许多指标可供选用,也有许多指标需要根据规划地的实际情况自己研究发现。土地规划环境影响评价指标体系建立的过程,就是要在众多的原始数据或评价信息中筛选较为灵敏的、便于度量及内涵丰富的主导性指标作为评价指标。在选择评价指标体系建立时,无论是引用或是研究发现,都应遵循如下原则:

(1)预测性和科学性原则。所选的指标必须以客观存在的事实为依据,指标概念必须清晰明确具有一定的科学内涵,能预测未来的环境变化。

(2)综合性和主成分性原则。土地利用规划环境影响评价应当把与规划相规划、计划以及相应的项目联系起来,做综合性考虑;同时,指标体系必须具有一定的主成分构成,这些主成分应该是具有代表意义的、内涵丰富的指标。

(3)易于资料搜集和具有可操作性。度量指标的所有资料和数据易于获取和表述,并且各指标之间具有可比性。

表 1 济南市土地规划的环境影响识别

环境“受体”	环境影响“原体”及方式	对应的经济行为
大气	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , 尾气排放	增加居民点及工矿用地、增加交通用地、耕地转化建设用地
水	水体污染、水源不足、泉水保护	居民点及工矿用地面积的增加、划定水源保护区、增加森林覆盖率、土地开发复垦
生态	水土流失、生物多样性降低、植被减少、动植物生存空间变化、景观多样性降低	未利用地转化为其他用地、水域及水利设施面积的增加、增加交通用地
社会保障	移民、产权、剩余劳动力转移、粮食安全	交通用地的增加、耕地转化为建设用地

表 2 土地利用规划环境影响评价指标

总目标层	环境目标	评价指标
A 规划方案的环境影响评价	B ₁ 土地资源的规划与管理	C ₁ 土地利用率
		C ₂ 生态建设用地比率
		C ₃ 人均生态建设用地面积
		C ₄ 土地利用结构是否合理
		C ₅ 土地复垦程度
	B ₂ 土地覆盖和景观	C ₆ 绿地覆盖率
		C ₇ 草地面积
		C ₈ 生态承载力
	B ₃ 水土保持	C ₉ 25°以上坡地退耕还林程度
		C ₁₀ 水土流失治理率
		C ₁₁ 单位农田面积农药的使用量
	B ₄ 空气	C ₁₂ 单位农田面积化肥的使用量
		C ₁₃ 居民点及工矿用地率
		C ₁₄ 森林覆盖率
	B ₅ 水环境	C ₁₅ 大气污染的综合指数
		C ₁₆ 水域面积率
		C ₁₇ 泉水补给源区生态保护程度
		C ₁₈ 人均水资源量
		C ₁₉ 水利设施用地率
		C ₂₀ 地表水中氨氮的浓度

(4)时间和空间上敏感性原则。有些指标可能在一段时间和一定的空间内具有典型的代表意义,超过一定的时间或在另一个区域内,它的代表性可能减弱或消失。

(5)动态性原则。土地规划的环境影响评价贯穿于规划的全过程,为满足不同阶段之间具有可比性,指标体系应具有相对的稳定性。但由于规划环评的复杂性以及公众参与反馈信息的不断参与,指标体系应不断地进行修正,以满足

系统发展的需要。

2.2 构建指标体系

根据土地规划的环境影响识别,结合上述原则,并借鉴国内外研究成果,可建立环境影响评价指标体系。指标体系可分为 3 个层次:总目标层,即土地利用规划方案的环境影响评价;环境目标层,即根据环境影响识别结果找出的环境主题和环境目标;指标层,即具体反映环境目标的多项指标。

3 主要的环评指标及其权重的确定

根据上述指标体系,并通过类比调查、现场勘查和访问

以及专家咨询等工作,利用定性排序确定出主要的评价指标,并利用成对比较法^[4]确定指标的相对权重。

3.1 成对比较法确定主要的评价指标

根据土地规划范围内主要的生态环境问题,并结合专家们的意见以评价指标层建立定性排序矩阵。通过矩阵各因子(行与列)之间进行比较,各因子相互关系按调查、访问、专家意见进行判断,相对重要度较大的,以“1”表示;相对重要度较小的,则以“0”表示,最后获得比较得分;在此基础上,再进行行列比较,可得出各因子的比较得分(表 3)^[5]。

表 3 定性排序矩阵及各指标最终得分

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₀
C ₁	/	0/1	0/1	0/1	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0
C ₂	1/0	/	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0
C ₃	1/0	1/0	/	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0
C ₄	1/0	0/1	0/1	/	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	0/1
C ₅	0/1	0/1	0/1	0/1	/	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	0/1
C ₆	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	/	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0
C ₇	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	/	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0
C ₈	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	/	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0
C ₉	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	/	0/1	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0
C ₁₀	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	1/0	0/1	1/0	/	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	1/0
C ₁₁	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	/	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
C ₁₂	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	/	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
C ₁₃	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	/	0/1	0/1	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0
C ₁₄	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	/	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	0/1
C ₁₅	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	/	1/0	0/1	0/1	1/0	0/1
C ₁₆	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	/	0/1	1/0	1/0	0/1
C ₁₇	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	/	1/0	1/0	1/0
C ₁₈	1/0	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	1/0	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	0/1	1/0	0/1	0/1	/	1/0	0/1
C ₁₉	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	/	0/1
C ₂₀	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	1/0	0/1	1/0	1/0	/
得分	4	16	17	5	3	11	8	18	11	10	1	0	13	14	12	8	19	8	1	9

由表 3 知,比较重要的指标有:C₁₇ 泉水补给源区生态保护程度、C₈ 生态承载力、C₃ 人均生态建设用地面积、C₂ 生态建设用地比率、C₁₄ 森林覆盖率、C₁₃ 居民点及工矿用地率、C₁₅ 大气污染的综合指数、C₆ 绿地覆盖率、C₉ 25°以上坡地退耕还林程度、C₁₀ 水土流失治理率和 C₂₀ 地表水中氨氮浓度(表 4),其它指标对济南市土地利用规划相对重要性相对较小。

表 4 定性排序后土地利用规划环境影响评价的指标体系

总目标层	环境目标层	指标层
A 规划方案的环境影响评价	B ₁ 土地资源的规划与管理	C ₂ 生态建设用地比率
		C ₃ 人均生态建设用地面积
	B ₂ 土地覆盖和景观	C ₆ 绿地覆盖率
		C ₈ 生态承载力
	B ₃ 水土保持	C ₉ 25°以上坡地退耕还林程度
		C ₁₀ 水土流失治理率
	B ₄ 空气	C ₁₃ 居民点及工矿用地率
		C ₁₄ 森林覆盖率
		C ₁₅ 大气污染的综合指数
	B ₅ 水环境	C ₁₇ 泉水补给源区生态保护程度
		C ₂₀ 地表水中氨氮的浓度

3.2 层次分析法确定指标的相对权重

通过专家打分先确定目标层和指标层判断矩阵,然后采用 DPS^[6] 上机操作直接得出各评价指标权重值,见表 5。

表 5 层次分析法得出的各指标的权重

指标	权重
C ₂ 生态建设用地比率	0.286805
C ₃ 人均生态建设用地面积	0.095602
C ₆ 绿地覆盖率	0.042622
C ₈ 生态承载力	0.213108
C ₉ 25°以上坡地退耕还林程度	0.085775
C ₁₀ 水土流失治理率	0.028592
C ₁₃ 居民点及工矿用地率	0.245028
C ₁₄ 森林覆盖率	0.346522
C ₁₅ 大气污染的综合指数	0.173261
C ₁₇ 泉水补给源区生态保护程度	0.142514
C ₂₀ 地表水中氨氮的浓度	0.028503

4 结 语

我国土地规划的环境影响评价是一个全新的领域,其评价指标体系的确定、研究的技术方法体系都处于探讨阶段。以济南市的土地规划为例,结合环境影响评价的技术导则,对土地利用环境影响评价的指标体系的建立等问题进行了探讨,希望能对土地规划的环境影响评价工作提供思路。

(下转第 147 页)

用模糊综合评判 (FCEM) 方法的计算结果是:

$$U = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ 0.3550 & 0.0000 & 0.2199 & 0.2199 & 0.1549 & 0.0000 & 0.1549 & 0.0990 & 0.0000 \\ 0.4343 & 0.1396 & 0.1983 & 0.2859 & 0.3135 & 0.4511 & 0.4937 & 0.1549 & 0.2450 \\ 0.0360 & 0.3253 & 0.3556 & 0.3195 & 0.3570 & 0.3029 & 0.1768 & 0.2684 & 0.5804 \\ 0.1397 & 0.4653 & 0.2053 & 0.1281 & 0.1048 & 0.2344 & 0.1630 & 0.3963 & 0.0955 \\ 0.0349 & 0.0699 & 0.0210 & 0.0466 & 0.0699 & 0.0115 & 0.0116 & 0.0815 & 0.0792 \end{bmatrix}$$

级

级

级

级

级

(9)

式 (8) 和 (9) 的计算结果表明,2 种方法评价结果基本一致。1,7 号样地属于 级,3,4,5,9 号样地属于 级,8 号样地属 级。2 号样地按 FAME 计算属于 级(隶属度为 0.802 8),按 FCEM 计算属于 级(隶属度为 0.465 3);6 号样地按 FAME 属于 级(隶属度为 0.512 8),按 FCEM 属于 级(隶属度为 0.451 1),从隶属度角度看,最大熵模糊评价优化模型 (FAME) 的分级间隶属度相差较大,结果更有效和更精确些。

由式 (8) 的结果可以预测土地荒漠化的发展趋势。如 1

号样地,根据最大隶属度原则,该样地属于轻度荒漠化,对这类土地稍加治理,荒漠化程度很容易得到控制。又如 8 号样地属于强度荒漠化,对这类土地需要加强治理,方能控制到中度荒漠化。提醒人们在荒漠化预防和治理过程中,应及时采取科学而可行的措施,使生态系统朝着对环境、对人类有利的方向发展。

依据式 (2) 可以给出决策的可靠性,2 种方法所对应的熵值见表 2。表中数据表明最大熵模糊评价模型 (FAME) 有较小的不确定性,即熵越小,其可靠性越高。

表 2 模型 FAME 和 FCEM 的熵值 (H_j) 比较

熵 值	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H _j (FAME)	0.7843	0.6895	1.0201	1.0284	1.0436	1.0779	0.8701	1.0885	0.7066
H _j (FCEM)	1.2416	1.1822	1.4277	1.4617	1.4426	1.1123	1.2911	1.4417	1.0854

4 结 论

针对土地生态系统的复杂性和不确定性,考虑土地荒漠化评价中客观存在的模糊性和随机性,建立最大熵模糊优化评价模型。通过实例,选择沟谷密度、坡度、土壤厚度、土壤有机质和植被指数等 5 指标,评价了水蚀荒漠化程度,进一步证明了模型的可行性、有效性和可靠性,为荒漠化土地的预防和治理提供科学依据和决策支持。该模型既可用于水蚀荒漠化评价,也可用于其他类型的荒漠化评价。

参考文献:

[1] 那波,贾树海,刘扬. 关于荒漠化评价几个问题的探讨[J]. 中国农学通报,2006,22(1):305-310.

[2] 范建容,刘淑珍,钟祥浩,等. 金沙江热河谷土地荒漠化评价方法研究[J]. 地理科学,2002,22(2):243-247.

[3] 张启昌,赵雨森,周道玮. 松辽流域山地丘陵地区水蚀规律[J]. 东北林业大学学报,2006,34(2):55-57.

[4] 周忠学,孙虎,李智佩. 黄土高原水蚀荒漠化发生特点及其防治模式[J]. 干旱区研究,2005,22(1):29-34.

[5] 陈志清. 福建省长汀县河田镇的水蚀荒漠化及其治理[J]. 地理科学进展,1998,17(2):66-70.

[6] 刘淑珍,范建容,刘刚才. 金沙江干热河谷土地荒漠化评价指标体系研究[J]. 中国沙漠,2002,22(1):47-51.

[7] 张成科. 基于熵的水质模糊评价模型及应用[J]. 系统工程理论与实践,1998(6):80-85.

[8] 吴乃龙,袁素云. 最大熵方法[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,1991:6-10.

[9] Jaynes E T. Information Theory and Statistical Mechanics[J]. Phy. Rew.,1957,106:620-630.

(上接第 144 页)

参考文献:

[1] 冯春涛. 构建土地利用规划环境影响评价的指标体系[J]. 资源开发与市场,2004,20(6):416-420.

[2] 史宝忠. 建设项目环境影响评价[M]. 北京:中国科学出版社,1999.

[3] 刘明亮. 土地利用规划的环境影响评价研究[M]. 长沙:湖南师范大学,2004.

[4] 卢娇丽,郑家恒. 基于成对比较的关键词权重计算与主题词抽取[J]. 山西大学学报:自然科学版,2005,28(1):29-32.

[5] 徐福留,卢小燕,周家贵,等. 大型水利工程环境影响评价指标体系及模糊综合评价:以巢湖“两河两站”工程为例[J]. 水土保持通报,2001,21(4):10-14.

[6] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002.