

• 研究报告 •

县域生态环境质量考评方法研究

刘鲁君, 叶亚平

(国家环境保护总局南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042)

摘要:通过对县域生态环境质量的考评方法研究, 认为县域生态环境质量评价及其指标体系由生态环境质量背景、人类对生态环境的影响程度及人类对生态环境的适宜度需求 3 部分组成。提出了县域生态环境质量考评的指标体系和评价方法。介绍了县域生态环境质量考评指标体系的基本原则、体系组成及部分指标说明和县域生态环境质量的评价方法。

关键词: 生态环境; 质量; 考评; 县域

中图分类号: X 826 文献标识码: A 文章编号: 1006-2009(2000)04-0013-05

The Evaluation Methods' Research of Regional Ecological Environment Quality in County's Level

LIU Lu-jun, YE Ya-ping

(National Institute of Environmental Science of National Environmental Protection Bureau, Nanjing, Jiangsu 210042, China)

Abstract: With the evaluation methods' research of regional ecological environment quality in county's level, it suggested that the evaluation of regional ecological environment quality in county's level and index system were consisted of three parts as the background of ecological environment quality, the impact degree of humane to ecological environment and the humane preference need to ecological environment. The index system and evaluation method were given out with their principles, system composition etc.

Key words: Ecological environment; Quality; Evaluation; County's region

近年来,“生态环境”已成为环境科学中广泛使用的术语,虽然迄今仍未见到有关这一术语的较为严格的科学定义,但是“生态环境”一词已经作为表征人类生存所依托的综合自然条件的专用名词。由此推论,“生态环境质量”是指在一个具体的时间或空间范围内环境的总体或部分环境要素的组合体对人类的生存及社会经济持续发展的适宜程度。

生态环境质量现状是由自然环境背景、人类开发活动和环境管理共同作用下形成的结果。不同的自然环境背景形成不同的自然生态系统,如森林或草原生态系统、湿地或荒漠生态系统;人类不同的开发形式和强度形成了不同的半人工生态系统(如农业或林业生态系统)或人工生态系统(城镇)。按生态学的分类原则,在一个县的地域内可以同时存在几个或十几个不同类型的生态系统。各生态系统有各自的组分、结构和功能。同一个生态系统不同演替阶段的结构和功能大不相同,人为开发和管理力度对生态系统的影响程度也不尽相同。生态系统是由生物为主组成的,生命过程迄今仍有许

多未知机理。这些使生态环境质量问题具有复杂性、动态性和人为性,增加了表达生态环境质量的难度。

国内外有许多学者对不同生态系统的评价指标体系进行了研究,也有学者对部分生态系统的优劣进行过论述和评定,但迄今未见带法规性质的指标体系或标准,也未见到有关生态环境质量评价方面的指标体系或法规性标准。

评价生态环境质量应当在一定的地域范围内,评价范围太小则指标的公用性差,评价范围太大则生态环境类型太复杂。考评工作应当由具体的行政管理机构来操作。从地域面积和管理机构两个角度来看,县域的生态环境质量考评工作有着极为现实的意义。为此对县域生态环境质量的考评方法进行了研究,提出对县域生态环境质量进行考评

收稿日期:2000-04-27

基金项目:国家环保总局科技项目(95203)

第一作者简介:刘鲁君(1947-),女,山东蓬莱人,副研究员,本科,曾发表论文 5 篇。

的指标体系和评价方法,为生态环境管理提供技术支持。

1 指标体系的基本原则

1.1 重要性

每一项指标均应是反映该领域的主要指标,同时指标体系应能全面反映生态环境各方面的状况。

1.2 可表征性及可度量性

生态环境质量应能以一种便于理解和应用的方式表示,其优劣程度应具有明显的可度量性,并可用于地区之间的比较评价。

1.3 独立性

指标之间不宜存有显著的相关性,对于重复反映信息的指标,应择优保留。

1.4 连续性和可比性

为便于采取指标分级的方法表示质量优劣,选用的指标在等级之间应具有连续性,即较低一级的经过改造或优化能达到较高一级质量标准;同时,不同地域、不同时间段的生态环境质量可以通过质量指标进行比较。

1.5 可操作性

指标的设置应尽可能利用现有统计指标,指标要适应地方监测力量和技术水平,尽量与统计指标一致或存在一定的关联,以便纳入国家统计指标体系。

2 指标体系组成

考评指标体系分3个层次,自上而下分别为:目标层、准则层和指标层。

目标层确立考评目标。确立了3个考评目标,即:生态环境质量背景、人类影响程度和人类适宜度。

准则层:表明构成生态环境质量的最基本要素,即控制点。对于生态环境质量背景,基本要素就是自然背景。人类影响程度的准则层,是由生态破坏和污染影响两个具体准则组成;人类适宜程度的准则层,是以资源需求和环境质量为基准,确定了生物资源指数、土地资源指数、水资源指数、环境质量指数和生态保护指数共5个准则。

指标层:通过一系列指标支持不同的准则,并实现相应的目标。目前选用了36个指标,列于表1。

3 部分指标说明

3.1 生态环境质量背景

3.1.1 地形起伏度^[1]

地形起伏度是指陆地表面起伏度,它直接影响地表物质的侵蚀、搬运、堆积等过程。其表达式为:

$$RDLS = \left\{ \frac{[\max(h) - \min(h)]}{[\max(H) - \min(H)]} \right\} \times [1 - PA/A] \quad (1)$$

式中:RDLS——地形起伏度;

$\max(h)$ ——地区的最高海拔高度, m;

$\min(h)$ ——地区的最低海拔高度, m;

$\max(H)$ ——全省的最高海拔高度, m;

$\min(H)$ ——全省的最低海拔高度, m;

PA——全县平地所占的面积, km^2 ;

A——全县的陆地总面积, km^2 。

3.1.2 自然灾害发生率

$$\text{自然灾害发生率(次/a)} = \frac{\text{自然灾害发生次数}}{\text{时间段(a)}}$$

自然灾害也可以用成灾率表示。即:

$$\text{成灾率(\%)} = \frac{\text{成灾面积}(\text{km}^2)}{\text{受灾面积}(\text{km}^2)}$$

自然灾害发生率与成灾率有较大的差别。前者表现长期的情况,评分结果较稳定;后者表现某个年度的情况,可以用于表现不同年度间的变化情况。

3.1.3 气候生产潜力^[2]

气候生产潜力反映了气象条件对植物生产潜力的影响,通常采用作物气候生产潜力来反映不同地区生态环境背景质量。对气候生产潜力差别不大的省区,可以忽略该项指标。

3.2 人类影响程度

3.2.1 荒漠化率

荒漠化过程是一种由人类引起的生态环境退化及相关的社会——经济下降过程。荒漠化是指人类有历史记载以来(特别是近代),人为活动造成类似荒漠景观的土地退化,而不包括人类史前时期或地质时期自然过程形成的荒漠。

有条件的地区,可以采用荒漠化程度替代荒漠化率指标。

荒漠化程度指的是因土地荒漠化而减产的程度,通常将荒漠化程度分成3等:轻度、中等和强度^[3]。

3.2.2 土壤侵蚀强度

搬移地表构成物质是人类改造自然环境的一种方式,被搬移土石量的多少反映了人类对自然环境影响程度的大小。实际上,人类搬移自然界的土石量是很难统计的。因此,选用土壤侵蚀强度(t/km^2)来表征人类对地表构成物质土壤的影响。虽然土壤侵蚀现象是人为活动与自然力共同作用

表1 生态环境质量指标体系

| 目 标 | 准 则 | 指 标 | 辅助指标 | |
|----------------|------------|-----------------------------|---------------------|-----------------|
| 生态环境质量背景 | 自然背景 | 地形起伏度 | 山地面积率 | |
| | | 自然灾害发生率 | | |
| | | 气候生产潜力 | | |
| 人类影响程度 | 生态破坏 | 荒漠化率 | 荒漠化度 | |
| | | 土壤侵蚀强度 | | |
| | | 土壤有机质含量变化率 | | |
| | | 水资源开发强度 | | |
| | | 珍稀濒危物种占生物物种比率 | | |
| 污染影响 | 污染影响 | 空气污染模数 | CO ₂ 吸排比 | |
| | | 水污染负荷 | | |
| | | 固废污染负荷 | | |
| 人类适宜度 | 生物资源指数 | 林木覆盖率 | 人均生物量 | |
| | | 人均植被面积 | | |
| | | 粮食压力指数 | | |
| | 土地 资源指数 | 耕地 | 人均耕地 | 平均产量 |
| | | | 优等耕地占总耕地比 | |
| | | 森林 | 人均林地面积 | 生物量 |
| | | | 有林地占总林地比 | |
| | 牧业 | 灌木林和疏林地占总林地面积比 | 载畜量 | |
| | | 生物多样性指数 (维管束植物种数、脊椎动物种数) | | |
| | | 人均牧业用地 | | |
| 人类适宜度 | 水资源指数 | 水域面积增减率 | 水体蓄水量 | |
| | | 湖泊 | | 湖水水质 |
| | | 湿地 | | 湖泊营养化程度 |
| | 环境质量指数 | 生物多样性指数 (维管束植物种数、脊椎动物种数) | 人均水资源占有量 | 载畜量 |
| | | | 人均水利工程可供水量 | |
| | | | 地均水利工程可供水量 | |
| | 生态保护指数 | 水资源压力指数 | 空气质量优质区面积比 | 矿山与建筑废 弃地复垦率 |
| | | | 水环境质量优质段(区)长度(面积)比 | |
| | | | 固废处理处置及综合利用率 | |
| | 生态保护指数 | 生态保护指数 | 受保护地区占全县国土面积比 | 矿山与建筑废 弃地复垦率 |
| 绿色(有色)产品占同类产品比 | | | | |
| 农村饮用水达标率 | | | | |

的结果,但它客观地揭示了地表土壤受影响的程度。

土壤侵蚀强度是指单位面积的土壤侵蚀量。我国土壤侵蚀可分为水力侵蚀、风力侵蚀和冰雪融水侵蚀三大类型。

3.2.3 水资源开发强度

水资源开发强度是指水利工程最大可供水量与平水年地表水和地下水资源总量之比。

3.2.4 空气污染模数(t/km²)

空气污染模数指的是单位国土面积中TSP(或SO₂)排放量,由TSP和SO₂污染模数构成。有条件的地区最好能增加CO₂的吸收与排放比率

指标,用以表征生态系统净化空气的能力。

3.2.5 水污染负荷(g/m³)

水污染负荷是指单位地表径流量中COD_{Cr}的负荷量。

3.2.6 固废污染负荷(t/km²)

固废污染负荷是指单位面积中工业废渣、生活垃圾和畜禽粪便发生量。

3.3 人类适宜程度

3.3.1 人均植被面积(hm²/人)

植被包括林地、耕地、园地、牧草地。

3.3.2 粮食压力指数

联合国粮农组织认为,人均粮食产量低于

400 kg/人·a 的地区,其发展将受到限制。为此,确定 400 kg/人·a 为粮食压力指数限值。

3.3.3 优等耕地占总耕地比(%)

按照全国土壤普查工作规定的耕地和牧业用地分等标准,将耕地或牧业用地质量分成 3 等。优等耕地或优等牧业用地是指一等和二等耕地或牧业用地。

3.3.4 有林地占总林地比(%)

有林地指森林面积,不包括灌木林和疏林地。

3.3.5 生物多样性指数

生物多样性指数的表达式为:

$$D = N(N-1) / \sum n(n-1) \quad \text{simpson}(1949) \quad (2)$$

式中: N ——所有种个体数;

n ——一个种的个体数。

在缺少并且不易调查得到全部物种资料的地区,也可以采用维管束植物种类及陆栖脊椎动物种类的绝对数量的多少来评价,参见《山岳风景资源开发环境影响评价指标体系》(HJ/T 6-94)表 5。

3.3.6 水域面积增减率(%)

水域指的是河湖水面和湿地,不包括水稻田。

3.3.7 湖泊营养化程度

湖泊营养化程度参照金相灿等^[4]给出的湖泊富营养化评分与分级标准进行评定。

3.3.8 水资源压力指数

联合国粮农组织认为,人均水资源量低于 1 000 kg/人·a 的地区,其发展将受到限制。为此,确定 1 000 kg/人·a 为水资源压力指数限值。此外,各地区可以根据各自农牧业需水情况分别确定县域耕地或牧场水资源压力指数限值。

3.3.9 空气质量优质区面积比(%)

空气质量优质区面积比是指优于(不含)《环境空气质量标准》(GB 3095-1996)三级标准值的区域面积占全县总面积的比率。

3.3.10 水环境质量优质段(区)长度(面积)比(%)

水环境质量优质段长度比,是指优于(不含)《水环境质量标准》III类水标准值的河流长度与全县河流总长度之比;水环境质量优质区面积比,是指优于(不含)《水环境质量标准》III类水标准值的湖泊或水体面积与水面总面积之比。

3.3.11 固废处理处置及综合利用率(%)

该指标旨在表达工业废渣、城镇生活垃圾和畜禽粪便的处理处置和综合利用情况。之后,按工业废渣为 0.3、生活垃圾为 0.3、畜禽粪便为 0.4 的权重值,加权平均得出该指标值。

3.3.12 受保护地区占全县国土面积比(%)

受保护地区指的是列为县级以上的自然保护区、省级以上的森林公园及风景名胜区。

3.3.13 农村饮用水达标率(%)

农村饮用水达标率考评按卫生部规定的标准评价。

4 评价方法

4.1 基本方法

县域生态环境质量评价基本方法是:对评价指标逐个评定记分,按 3 个评价目标分别累计总分,再分别经数据标准化处理后,得到评分区间为 10 分~ 0 分的最终考评结果。即

$$G = \{f(x'), f(y'), f(z')\} \quad (\text{标准化后}) \quad (3)$$

$$= \{f(x), f(y), f(z)\} \quad (\text{标准化前})$$

$$f(x) = \sum x_i \quad (4)$$

$$f(y) = \sum y_j \quad (5)$$

$$f(z) = \sum z_k \quad (6)$$

式中: G ——综合评价指数;

$f(x)$ ——生态环境质量背景评价指数;

$f(y)$ ——人类影响程度评价指数;

$f(z)$ ——人类适宜度评价指数;

x_i, y_j ——各指标的得分;

z_k ——各指数的得分。

最终考评结果是由 3 个数字表示的集合组成,第 1 位表示生态环境质量背景,第 2 位表示人类影响程度,第 3 位表示人类适宜度。

4.2 指标分级与评分原则

据国内外文献资料,与生态环境质量有关的使用最多的指标分级方法有两类:一类是绝对指标法,另一类是相对指标法。绝对指标法多数以环境质量基准为依据,采用指标值的大小直接表示环境质量优劣的分级。例如,水环境质量分级。相对指标法以环境质量现状为基础,采用指标值的差异间接表示环境质量的分级。相对指标法中使用率最高的是综合指数法。即,将选定指标的值进行标准化处理,赋以权重,再将指标值与其相应权重的乘积求和,得到综合指数,然后对所得的综合指数进行分级。县

域生态环境质量评价应以相对指标法为主,尽量表达生态环境质量的绝对优劣标准。

对每一项指标,原则上采用5级分级法,个别指标采用8级或4级分级法,由优至劣实行降分排列。也就是说,得到最终评分值,高分是表示生态环境质量优秀,低分则表示生态环境质量较差。

4.3 指标分级与评分

4.3.1 生态环境质量背景

生态环境背景质量共有3个指标,其中地形起伏度和气候生产潜力各分为8级,自然灾害发生率为5级。之后,采用(4)式可以得到其理论评分值,其范围为23分~3分,经数据标准化处理后最高分为10分。

4.3.2 人类影响程度

人类影响程度由两类共8个指标组成,每个指标各分为5级,采用式(5)可得到其理论评分值范围为40分~5分,经数据标准化处理后最高分为10分。

4.3.3 人类适宜度指标

人类适宜度考评指标分成生物资源、土地资源、水资源、环境质量和生态保护共5类25个指标。5类之间采用等权相加累计计分的方式,即各占权重0.2。

土地资源类按照我国土地资源调查成果的土地利用现状分类系统分成耕地、森林、牧业和湖泊湿地4个用地类型(见表1),各类型之间按其在县域内实际占国土总面积的比率加权求和。例如,某县耕地、森林、牧业和湖泊湿地4个用地类型各占全县国土面积的比率为45%、20%、10%和13%,其相应的权重分别为0.45、0.20、0.10和0.13,各用地类型内各指标间采用等权求和的方法。即

$$f(s) = k_1 \sum p_i + k_2 \sum q_i + k_3 \sum m_i + k_4 \sum n_i \quad (7)$$

式中: $f(s)$ ——土地资源指数总得分;

k_1, k_2, k_3 和 k_4 ——耕地、森林、牧业和湖泊湿地的权重;

p_i ——耕地类型内各指标评分;

q_i ——森林类型内各指标评分;

m_i ——牧业类型内各指标评分;

n_i ——湖泊湿地类型内各指标评分。

除土地资源类之外的其他各类指标也采用等权相加累计计分的方式。

人类适宜度目标经采用式(6)可得到其理论评分值,范围为85分~15分,经数据标准化处理后最高分为10分。

5 小结

县域生态环境质量考评指标体系由3个目标3个层次共36个指标组成。3个目标可以同时考评,也可以分别考评。其中,人类适宜度目标可以逐年或隔年考评,以考评其生态环境质量的变化情况;人类影响程度目标的指标值年际变化不明显,拟5年~6年考评1次;生态环境背景质量的考评间隔时间可以更长一些。

指标体系和评价方法可以采用 Microsoft Excel 软件实现简单计算。如果采用地理信息系统,则可以将逐年考评结果以图像化方式演示,使人一目了然。

在我国,省域是由县域与城市共同组成,目前正在实施城市环境综合整治定量考核办法,因此区域生态环境质量的评价也可以用县域生态环境质量考评结果和城市环境综合整治定量考核结果共同表示。

环境质量的标准是基于环境质量基准制定的。目前我国缺少生态环境质量标准,其主要原因是缺少生态环境质量基准方面的研究。因此,在不能取得环境质量基准的地区,也可以将指标值相应地修改为相对值,从而得出生态环境质量的相对优劣程度。但在取得表征生态环境质量标准的基准值之后,再采用县域生态环境质量考评方法得到的相应的分级标准,就可成为评价生态环境质量优劣的绝对标准。

[参考文献]

- [1] 中国科学院可持续发展研究课题组. 1999 中国可持续发展战略报告[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 侯光良, 刘允芬. 我国气候生产潜力及其分区[J]. 自然资源, 1985, (3): 52~59.
- [3] 《中国荒漠化(土地退化)防治研究》课题组. 中国荒漠化(土地退化)防治研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
- [4] 金相灿, 屠清瑛. 湖泊富营养化调查规范[M]. 第2版, 北京: 中国环境科学出版社, 1990.