

### 生态环境承载力评价技术规范

Technical specification for evaluation of ecological environment carrying capacity

2022-12-31 发布

2023-01-31 实施

江苏省市场监督管理局 发布  
中国标准出版社 出版

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏环保产业技术研究院股份公司。

本文件主要起草人：李冰、潘国权、马志盼、高鸣、谢伟、贾倩、戴筱、彭冲、朱中强、殷井云、于文龙、张将、陆一维、贾晓蕊、彭瑞婷、徐菲、王瑞琦、单恒岳。

# 生态环境承载力评价技术规范

## 1 范围

本文件规定了生态环境承载力的评价流程、指标体系、数据获取途径、综合量化方法、评价结果判定。

本文件适用于乡镇及以上各级行政区生态环境承载力状况评价。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**生态环境承载力 environment carrying capacity**

在不受到外在破坏性因素的影响下，一定时期区域内资源禀赋、生态弹性、环境质量、社会经济的发展匹配水平。

## 4 评价流程

生态环境承载力评价包括确定评价指标体系、获取指标数据、进行指标归一化、确定指标权重、计算生态环境承载力数值( $T$ 值)、确定评价结果等流程。生态环境承载力评价流程见图1。

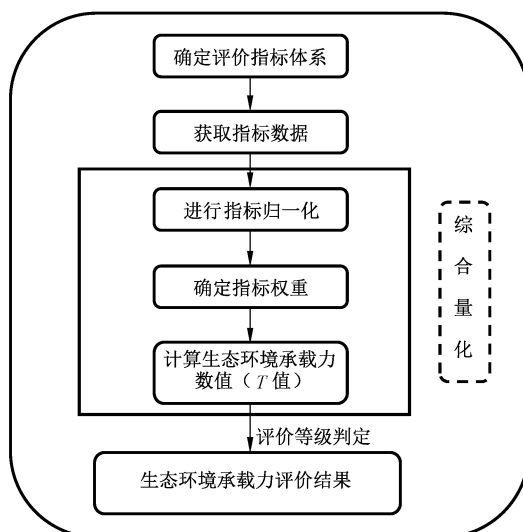


图1 生态环境承载力评价流程图

## 5 指标体系

生态环境承载力评价指标体系见表1,可根据使用区域实际情况对指标体系自行调整。

表1 生态环境承载力评价指标体系及权重

目标层	准则层	分目标层	指标层	指标性质 <sup>a</sup>	综合权重	
生态环境承载力	压力 P	社会发展	人口密度(人·km <sup>-2</sup> )	负向	0.039	
			人均 GDP(元·人 <sup>-1</sup> )	正向	0.033	
			化肥施用强度(kg·km <sup>-2</sup> )	负向	0.025	
			土地开发强度(%)	负向	0.045	
			农药施用强度(kg·km <sup>-2</sup> )	负向	0.027	
		资源消耗	人均生活用水量(t·人 <sup>-1</sup> )	负向	0.025	
			单位国土面积能耗(tce·km <sup>-2</sup> ,以标煤计)	负向	0.037	
			单位国土面积 CO <sub>2</sub> 排放量(t·km <sup>-2</sup> )	负向	0.035	
		环境污染	单位国土面积工业废气排放量(m <sup>3</sup> ·km <sup>-2</sup> )	负向	0.034	
			单位国土面积 SO <sub>2</sub> 排放量(t·km <sup>-2</sup> )	负向	0.037	
			单位国土面积工业废水排放量(t·km <sup>-2</sup> )	负向	0.039	
			单位国土面积 COD 排放量(t·km <sup>-2</sup> )	负向	0.035	
			单位国土面积工业固体废物产生量(t·km <sup>-2</sup> )	负向	0.026	
		状态 S	资源禀赋	人均水资源占有量(m <sup>3</sup> ·人 <sup>-1</sup> )	正向	0.036
				耕地面积占比(%)	正向	0.026
	生态资源		生态空间保护区面积占比(%)	正向	0.036	
			建成区绿化覆盖率(%)	正向	0.024	
	环境治理		生态环保投入占比(%)	正向	0.083	
			工业固体废物综合利用率(%)	正向	0.029	
			生活垃圾无害化处理率(%)	正向	0.026	
			污水处理率(%)	正向	0.023	
	经济发展		居民人均可支配收入(元·人 <sup>-1</sup> )	正向	0.037	
			第三产业占比(%)	正向	0.038	
	响应 R		生态弹性	生态环境状况指数	正向	0.074
				水土保持率(%)	正向	0.021
		环境达标	地表水省考以上断面达到或优于Ⅲ类比例(%)	正向	0.035	
			环境空气质量优良率(%)	正向	0.037	
受污染耕地安全利用率(%)			正向	0.038		

<sup>a</sup> 对生态环境有消极影响的指标性质为负向,对生态环境有积极影响的指标性质为正向。

## 6 数据获取

使用区域指标原始数据通过官方途径获得,如《统计年鉴》《环境状况公报》《中国碳核算数据库》等。

## 7 综合量化

### 7.1 指标归一化

正向指标归一:

计算公式见式(1)。

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j(\min)}}{x_{j(\max)} - x_{j(\min)}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

负向指标归一:

计算公式见式(2)。

$$X_{ij} = \frac{x_{j(\max)} - x_{ij}}{x_{j(\max)} - x_{j(\min)}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式(1)、(2)中:

- $X_{ij}$  ——第  $i$  年,第  $j$  项评价指标标准化值;
- $x_{ij}$  ——第  $i$  年,第  $j$  项评价指标原始数据;
- $x_{j(\min)}$  ——第  $j$  项评价指标在评价时期内原始数据中的最小值;
- $x_{j(\max)}$  ——第  $j$  项评价指标在评价时期内原始数据中的最大值。

### 7.2 指标权重确定

生态环境承载力各评价指标权重见表 1,若使用区域自行调整指标体系,权重计算过程见附录 A。

### 7.3 生态环境承载力计算

#### 7.3.1 建立加权规范矩阵 $Y$

建立加权规范矩阵  $Y$  的公式按式(3)计算:

$$Y = |Y_{ij}|_{m \times n} = X_{ij} \times C W_j \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $Y$  ——加权规范矩阵;
- $Y_{ij}$  ——加权规范矩阵中第  $i$  年,第  $j$  项的元素值;
- $m$  ——评价年份数;
- $n$  ——评价指标数;
- $X_{ij}$  ——第  $i$  年,第  $j$  项评价指标标准化值;
- $CW_j$  ——第  $j$  项评价指标的综合权重。

#### 7.3.2 计算不同评价对象中的评价向量到正理想解的距离和到负理想解的距离

计算不同评价对象中的评价向量到正理想解的距离和到负理想解的距离分别按式(4)和式(5)计算:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Y_j^+ - Y_{ij})^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Y_j^- - Y_{ij})^2} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $D_i^+$  ——第  $i$  年的评价向量到正理想解的距离；
- $n$  ——评价指标数；
- $Y_j^+$  ——加权规范矩阵  $Y$  中,第  $j$  项评价指标的最大值；
- $Y_{ij}$  ——加权规范矩阵  $Y$  中,第  $i$  年,第  $j$  项评价指标的值；
- $D_i^-$  ——第  $i$  年的评价向量到负理想解的距离；
- $Y_j^-$  ——加权规范矩阵  $Y$  中,第  $j$  项评价指标的最小值。

7.3.3 以贴近度  $T$  表示生态环境承载力数值

以贴近度  $T$  表示生态环境承载力数值的计算公式见式(6)。

$$T_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- $T_i$  ——第  $i$  年的生态环境承载力数值；
- $D_i^-$  ——第  $i$  年的评价向量到负理想解的距离；
- $D_i^+$  ——第  $i$  年的评价向量到正理想解的距离。

8 评价结果

生态环境承载力评价结果等级按表 2 判定。

表 2 生态环境承载力等级判定表

生态环境承载力 $T$	(0.8~1]	(0.6~0.8]	(0.4~0.6]	(0.2~0.4]	(0~0.2]
等级	可承载	基本承载	轻度超载	中度超载	重度超载

**附 录 A**  
(资料性)  
指标权重计算过程

### A.1 赋权方法

生态环境承载力评价指标赋权采用综合赋权法,即结合了基于指标数据之间的内在规律的客观赋权法和主观经验对决策指标进行赋权的主观赋权法。

### A.2 主观赋权法/层次分析法

#### A.2.1 评价层次模型构建

运用压力-状态-响应(PSR)层次结构模型构建生态环境承载力评价指标体系。

#### A.2.2 主观权重计算

主观权重计算公式见式(A.1)。

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$W_i$ ——第  $i$  项评价指标的主观权重;

$n$  ——决策结果向量中评价指标的数量;

$a_{ij}$ ——决策结果向量中第  $i$  行,第  $j$  列的数值;

$a_{kj}$ ——决策结果向量中第  $k$  行,第  $j$  列的数值。

### A.3 客观赋权法/熵值法

#### A.3.1 指标归一化

正向指标归一:

计算公式见式(A.2)。

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j(\min)}}{x_{j(\max)} - x_{j(\min)}} \dots\dots\dots (A.2)$$

负向指标归一:

计算公式见式(A.3)。

$$X_{ij} = \frac{x_{j(\max)} - x_{ij}}{x_{j(\max)} - x_{j(\min)}} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$X_{ij}$  ——第  $i$  年,第  $j$  项评价指标标准化值;

$x_{ij}$  ——第  $i$  年,第  $j$  项评价指标原始数据;

$x_{j(\min)}$  ——第  $j$  项评价指标在评价时期内原始数据中的最小值;

$x_{j(\max)}$  ——第  $j$  项评价指标在评价时期内原始数据中的最大值。

#### A.3.2 指标熵值计算

指标熵值计算公式见式(A.4)。

$$H_j = \frac{- \sum_{i=1}^n [(X_{ij} / \sum_{i=1}^n X_{ij}) \ln(X_{ij} / \sum_{i=1}^n X_{ij})]}{\ln n} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- $H_j$ ——第  $j$  项评价指标的信息熵；
- $n$  ——评价年份数；
- $X_{ij}$ ——第  $i$  年,第  $j$  项评价指标标准化值。

### A.3.3 客观权重计算

客观权重计算见式(A.5)。

$$W_j = \frac{1 - H_j}{m - \sum_{j=1}^m (1 - H_j)} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

- $W_j$ ——第  $j$  项评价指标的客观权重；
- $H_j$ ——第  $j$  项评价指标的信息熵；
- $m$  ——评价指标数。

### A.4 综合赋权法

综合赋权法的计算公式见式(A.6)。

$$CW_j = \frac{W_i W_j}{\sum_{i,j=1}^n W_i W_j} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

- $CW_j$ ——第  $j$  项评价指标的综合权重；
- $W_i$  ——第  $i$  项评价指标的主观权重；
- $W_j$  ——第  $j$  项评价指标的客观权重；
- $n$  ——评价指标数。