

团 体 标 准

T/CAS XXXX—XXXX

生态环境承载力评价技术规范

——生态环境质量指数法

(以安徽省域为例编写)

Technical Code for assessment of regional ecological carrying capacity

——Eco-environmental quality index method

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国标准化协会

发布

前 言

本文件依据 T/CAS 1.1—2017《团体标准的结构和编写指南》的有关要求编写。

本文件起草单位：皖西学院、皖西盐肤木研究所、六安市绿色发展研究会、六安市农业科学研究院、六安市计量和标准化研究所。

本文件起草人：戴军、汪婕、杨一凡、孙传伯、刘丽、董国庭。

考虑到本文件中的某些条款可能涉及专利，中国标准化协会不负责任何该类专利的鉴别。

本文件首次制定。

内部讨论资料，严禁非授权使用

生态环境承载力评价技术规范

I 生态环境质量指数法

(以安徽省域为例编写)

1 范围

本文件规定了生态环境承载力评价的术语和定义、数据来源、基于生态环境系统运行状态的承载力评价法体系及方法等技术要求。

本标准适用于的生态环境承载力评价行为。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅所注明日期的版本适用于本规范；凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改本）适用于本规范。

HJ/T 192 《生态环境状况评价技术规范（试行）》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1

承载力 bearing capacity

某物体在力的作用下没有产生任何破坏时所能承受的极限荷载。

3.2

生态环境承载力: carrying capacity

确定生态系统对人类活动的最大承受能力,所谓对人类活动的最大承受能力是指在不破坏生态系统服务功能的前提下,生态系统所能承受的人类活动的强度。

3.3

生态环境质量指数 eco-environmental quality index

是指反映被评价区域生态环境质量状况的一系列指数的综合。

4 数据来源

本文件推荐在区域资源环境承载力评价中使用区域统计年鉴和相关主管部门资源及社会公共数据。

5 生态环境系统运行状态的承载力评价法

5.1 具体方法步骤

——用生态环境质量指数(EI)计算模型,计算某一地区不同时间的 EI 值;

- 分析计算 EI 值的动态变化趋势和变化参数;
- 依据 EI 的变化趋势和变化参数, 对区域生态环境承载力进行评价。

5.2 生态环境状况计算方法

依据《生态环境状况评价技术规范(试行)》确定的生态环境质量指数(EI)评价模型, 计算评价区域不同年份的生态环境状况指数(EI), 评价模型为:

$$\text{生态环境状况指数} (EI) = 0.25 \times \text{生物丰度指数} + 0.2 \times \text{水网密度指数} + 0.2 \times \text{植被覆盖指数} + 0.15 \times (100 - \text{土地退化指数}) + 0.1 \times \text{环境质量指数} \dots\dots\dots (1)$$

5.2.1 生物丰度指数

假设生物丰度指数变化等于生境质量指数的变化。

计算公式:

$$\text{生物丰度指数} = A_{\text{bio}} \times (0.35 \times \text{林地} + 0.21 \times \text{草地} + 0.28 \times \text{水域湿地} + 0.11 \times \text{耕地} + 0.04 \times \text{建设用地} + 0.01 \times \text{未利用地}) / \text{区域面积} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

A_{bio} ——生境质量指数的归一化系数, 参考值为 511.2642131067。

5.2.2 植被覆盖指数

计算公式:

$$\text{植被覆盖指数} = NDVI_{\text{区域均值}} = A_{\text{veg}} \times \left(\frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \right) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

P_i ——5-9 月象元 NDVI 月最大值的均值, 建议采用 MOD13 的 NDVI 数据, 空间分辨率 250 m, 或者分辨率和光谱特征类似的遥感影像产品;

n ——区域象元数;

A_{veg} ——植被覆盖指数的归一化系数。

5.2.3 水网密度指数

计算公式:

$$\text{水网密度指数} = (A_{\text{riv}} \times \text{河流长度} / \text{区域面积} + A_{\text{lak}} \times \text{水域面积} (\text{湖泊、水库、河渠和近海}) / \text{区域面积} + A_{\text{res}} \times \text{水资源量} / \text{区域面积}) / 3 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

A_{riv} ——河流长度的归一化系数;

A_{lak} ——水域面积的归一化系数;

A_{res} ——水资源量的归一化系数。

5.2.4 土地退化指数

计算公式:

土地退化指数 = $A_{ero} \times (0.05 \times \text{轻度侵蚀面积} + 0.25 \times \text{中度侵蚀面积} + 0.7 \times \text{重度侵蚀面积}) / \text{区域面积}$ (5)

式中：

A_{ero} ——土地胁迫指数的归一化系数。

5.2.5 污染负荷指数

污染负荷指数 = $0.15 \times (100 - A_{COD} \times \text{COD 排放量} / \text{区域年降水总量}) + 0.15 \times (100 - A_{NH3} \times \text{氨氮排放量} / \text{区域年降水总量}) + 0.15 \times (100 - A_{SO2} \times \text{SO}_2 \text{ 排放量} / \text{区域面积}) + 0.10 \times (100 - A_{YFC} \times \text{烟(粉)尘排放量} / \text{区域面积}) + 0.15 \times (100 - A_{NOx} \times \text{氮氧化物排放量} / \text{区域面积}) + 0.10 \times (100 - A_{SOL} \times \text{固体废物丢弃量} / \text{区域面积}) + 0.20 \times (100 - A_{thO} \times \text{化肥农药使用量} / \text{区域面积})$ (6)

式中：

A_{COD} ——为 COD 排放量归一化系数；

A_{NH3} ——为氨氮排放量归一化系数；

A_{SO2} ——为 SO_2 排放量归一化系数；

A_{YFC} ——为烟（粉）尘排放量归一化系数；

A_{NOx} ——为氮氧化物排放量归一化系数；

A_{sol} ——为固体废物排放量归一化系数；

A_{thO} ——为化肥农药使用量归一化系数。

5.3 生态环境质量指数动态变化趋势回归分析

5.3.1 生态环境质量指数回归模型

$$EI_t = kt + b \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

k ——为 EI 的回归变化趋势和幅度， $k = \frac{\sum_{i=1}^{10} t_i y_i - n \bar{t} \bar{y}}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - n \bar{t}^2}$ ， $k \geq 0$ 反映生态环境质量总体呈提高或保持稳定趋势， $k < 0$ 反映生态环境质量总体呈下降趋势；

b ——为回归常数；

t ——为年份。

5.3.2 回归效果显著性评价

相关系数平方值： $R^2 = 1 - SS_D / S_{\text{总}} = 1 - \sum (EI_{t_{\text{估}}} - EI_t)^2 / \sum (EI_t - \bar{EI})^2$ 。 $R^2 > 0.5$ ，回归效果好，变化趋势明显； $R^2 = 0.1 - 0.5$ ，回归效果中等，变化趋势较明显； $R^2 < 0.1$ ，回归效果差，变化趋势不明显。

5.3.3 生态环境质量变化程度判别

依据《生态环境状况评价技术规范》确定的生态环境状况变化程度分级标准评定生态环境

境质量变化程度，具体如下：

① $|\square EI| \leq 1$ ：变化不明显。

② $1 < |\square EI| \leq 3$ ：略有变化。 $\square EI$ 为正值环境状况变好； ΔEI 为负值环境状况变差。

③ $|\square EI| > 3$ ：变化明显或显著。 $\square EI$ 为正值环境状况明显变好； $\square EI$ 为负值环境状况明显变差。

5.4 生态环境承载力评价

依据生态环境质量指数动态变化趋势分析结果，对生态环境承载力进行评价，具体如下：

(1) $\square EI > 3$ ：生态环境质量明显提高，处于明显良性循环状态，即可承载状态。 $R^2 \geq 0.5$ ，变化趋势稳定； $R^2 = 0.1-0.5$ ，变化趋势较稳定； $R^2 < 0.1$ ，波动性大。

(2) $1 < \square EI \leq 3$ ：生态环境质量略有提高，基本处于良性循环状态，即基本可承载状态。 $R^2 \geq 0.5$ ，变化趋势稳定； $R^2 = 0.1-0.5$ ，变化趋势较稳定； $R^2 < 0.1$ ，波动性大。

(3) $-1 \leq \square EI \leq 1$ ：生态环境质量基本稳定，处于平衡状态、基本可承载状态。 $R^2 \geq 0.5$ ，轻微改善或退化趋势明显； $R^2 = 0.1-0.5$ ，处于平衡波动状态； $R^2 < 0.1$ ，处于平衡状态，但是波动大。

(4) $-3 \leq \square EI < -1$ ：生态环境质量有所下降，处于轻度退化状态，即轻度超载状态。 $R^2 \geq 0.5$ ，退化趋势明显； $R^2 = 0.1-0.5$ ，退化趋势较明显； $R^2 < 0.1$ ，退化过程中波动性大。

(5) $\square EI < -3$ ：生态环境质量明显下降，处于明显退化状态，即超载状态。 $R^2 \geq 0.5$ ，变化趋势稳定； $R^2 = 0.1-0.5$ ，变化趋势较稳定； $R^2 < 0.1$ ，波动性大。

生态环境质量指数承载力评价程序见附录 A。

附录 A
(资料性附录)
生态环境质量指数法的应用分析程序示例

附录 A.1 数据来源

生态环境质量指数 (EI) 数据来源于历年《环境质量报告书》，时序跨度应在 10 年以上，其中：

(1) 生物丰度指数及植被覆盖指数计算数据：林地、草地、水域湿地、耕地、建设用地、未利用地等土地面积及区域面积数据来源于评价区域自然资源主管部门《土地利用变更数据》。

(2) 水网密度指数计算数据：河流长度、湖库面积、区域面积等数据来源于评价区域自然资源主管部门《土地利用变更数据》，水资源量来源于评价区域《水资源公报》。

(3) 土地退化指数计算数据：轻度侵蚀、中度侵蚀、重度侵蚀土地面积来源于区域生态环境部门的《生态环境质量报告书》。

(4) 环境质量计算数据： SO_2 排放量、 COD 排放量、固体废物排放量等数据来源于区域生态环境部门的《生态环境质量报告书》。

(5) 化肥农药使用量数据来源于农业农村部门的《农业农村年报》或区域《统计年鉴》。

附录 A.2 资料整理

各区域生态环境质量指数 (EI) 收集或计算结果汇总于附录 A 表 1。

附录 A 表 1 生态环境质量指数 (EI) 一览表

区域	2011	2012	2013	...	β
A					
B					
C					
...					
α					
全区域合计					

附录 A.3 评价结果

附录 A.3.1 生态环境承载力评价

依据全区域时序数据求解出生态环境质量指数变化趋势回归模型：

$$EI_t = kt + b$$

比较在不同时序中评价区域生态环境质量指数 (EI) 随着时间推移的变化, 并进行回归方程的相关性测定, 计算相关平方和 R^2 (或称决定系数) 进行显著性检验, 达到显著水平以上或 $R^2 > 0.5$ 的说明回归效果好, 结果可信度高。若生态环境质量指数 (EI) 有提高, 说明生态环境质量逐步改善。根据上述判别标准对全区域生态环境系统循环状态做出可承载状态评价。

附录 A. 3. 2 各区域生态环境承载力评价

依据各区域时序数据分别求解出各自的生态环境质量指数变化趋势回归模型:

$$EI_t = k_i + b_i \text{ 和 } R^2$$

将计算结果列表于附录 A 表 2。

附录 A 表 2 各区域生态环境质量指数变化趋势线性回归一览表

区域	回归方程	R^2	ΔEI	承载力评价
A	$EI_A = k_A + b_A$			
B	$EI_B = k_B + b_B$			
C	$EI_C = k_C + b_C$			
...	...			
α	$EI_\alpha = k_\alpha + b_\alpha$			

由附录 A 表 2 可看出, 各区域在不同时序中生态环境质量指数 (EI) 随着时间推移的变化情况, 比较判断各区域生态环境质量改善或退化, 哪些属于可承载, 哪些处于基本可承载状态哪些属于超载以及超载的程度。

附录 A. 4 结论与讨论

参考文献

- 1、朱嘉伟, 谢晓彤, 李心慧. 生态环境承载力评价研究. 生态学报, 2017, 37(21): 7039-7047.