

附件 16



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□—20□□

全国生态状况调查评估技术规范
——生态系统质量评估

The Technical Specification for Investigation and Assessment of National
Ecological Status
——Ecosystem Quality Assessment

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部 发布

目 次

前 言	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	2
5 总体技术流程.....	2
6 生态系统质量评估指标体系及计算方法.....	3
7 生态系统质量指数计算及评估分级.....	4
附录 A（资料性附录）全国生态系统分类系统指标.....	6
附录 B（规范性附录）遥感关键生态参量计算方法.....	7

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》及相关法律法规，落实生态环境部“开展全国生态状况评估”职责，根据《全国生态状况定期遥感调查评估方案》（环办生态〔2019〕45号），制定本标准。

本标准规定了生态系统质量评估的指标体系、技术流程、评估方法等内容和要求。

本标准首次发布。

本标准与《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》《全国生态状况调查评估技术规范——森林生态系统野外观测》《全国生态状况调查评估技术规范——草地生态系统野外观测》《全国生态状况调查评估技术规范——湿地生态系统野外观测》《全国生态状况调查评估技术规范——荒漠生态系统野外观测》《全国生态状况调查评估技术规范——数据质量控制与集成》《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统格局评估》《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统服务功能评估》《全国生态状况调查评估技术规范——生态问题评估》《全国生态状况调查评估技术规范——项目尺度生态影响评估》同属于全国生态状况调查评估技术规范系列标准。

本标准由生态环境部自然生态保护司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：生态环境部卫星环境应用中心、中国科学院生态环境研究中心。

本标准生态环境部2022年08月08日批准。

本标准自2022年08月08日起实施。

本标准由生态环境部解释。

生态系统质量评估技术规范

1 适用范围

本标准规定了植被生态系统质量评估的指标体系、技术流程、评估方法等内容和要求。

本规范主要适用于全国及省级行政区域植被生态系统质量评估,其他自然地理区域生态系统质量评估可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件,其有效版本适用于本标准。

HJ 192 生态环境状况评价技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生态系统质量 ecosystem quality

指一定时间、空间范围内植被生态系统功能强弱,稳定程度和受到胁迫状况。

3.2

评估单元 assessment unit

指根据评估目的和评估方法的需要,划分的用于评估的地理空间单元。

3.3

生态系统功能指数 ecosystem function Index

指表征评估单元内的生产力大小的指数。

3.4

生态系统稳定指数 ecosystem stability Index

指表征评估单元内生态系统结构波动的指数。

3.5

生态系统胁迫指数 ecosystem stress Index

指表征评估单元内所受到的人类活动压力程度的指数。

3.6

生态系统质量指数 ecosystem quality Index

指反映区域内植被生态系统整体质量状况的综合指标。

3.7

叶面积指数 leaf Area index

指单位土地面积绿色叶片的单面面积总和，主要表征了植被垂直结构复杂性。

3.8

总初级生产力 gross primary productivity

指在单位时间和单位面积上，绿色植物通过光合作用所固定的有机碳总量，主要表征植被光合作用能力强弱。

3.9

植被覆盖度 fractional vegetation cover

指植被(包括叶、茎、枝)在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比，主要表征了植被水平结构状况。

3.10

人类活动 human activity

人类在自身生存和发展过程中，对地表形成扰动且可通过遥感技术监测到的各种活动用地类型，包括居住用地、耕地、工业用地等。

4 总则

4.1 原则

本标准规定的内容遵循规范性、可操作性、先进性和经济技术可行性的原则。

4.2 内容

本标准主要利用遥感观测变量，构建反映植被生态系统功能、生态系统稳定程度和生态系统胁迫的指标体系，构建生态系统质量指数，服务于全国和区域尺度生态系统质量评估。

5 总体技术流程

生态系统质量评估技术规范流程：基于遥感数据特征参量构建反映生态系统功能、生态系统稳定和生态系统胁迫程度的关键指标，开展生态系统质量评估。

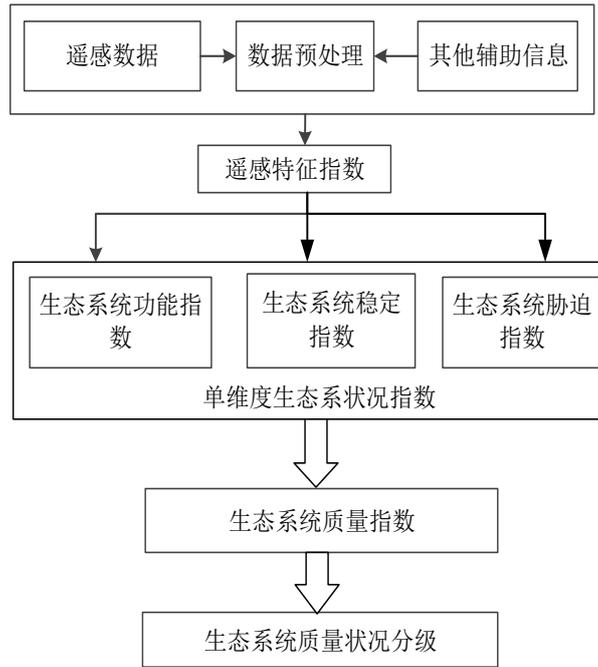


图 1 生态系统质量评估总体技术流程

6 生态系统质量评估指标体系及计算方法

6.1 生态系统功能指数

生态系统功能指数用第*i*年的线性归一化后的叶面积指数、植被覆盖度和总初级生产力年均值表示，具体方法如公式（1）：

$$EFI_i = \frac{\sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^n (LAI_{i,j} + FVC_{i,j} + GPP_{i,j})}{n} \quad (1)$$

式中： EFI_i 为第*i*年生态系统功能指数，用近5年的数据进行计算； $LAI_{i,j}$ 为第*i*年第*j*期叶面积指数（参照公式4线性归一化后的值）； GPP_i 为第*i*年第*j*期总初级生产力（参照公式4线性归一化后的值）； $FVC_{i,j}$ 为第*i*年第*j*期植被覆盖度（参照公式4线性归一化后的值），*n*为第*i*年遥感观测期数。

6.2 生态系统稳定指数

生态系统稳定反应了生态系统保持自身结构和功能稳定的能力，生态系统稳定指数可通过生态系统功能指数年际变化来构建，具体方法如公式（2）：

$$ESI_i = \frac{S(EFI_i)}{D(EFI_i)} \quad (2)$$

式中： ESI_i 为第*i*年生态系统稳定指数， $S(EFI_i)$ 为评估起始年至第*i*年生态系统功能指数的方差， $D(EFI_i)$ 为评估起始年至第*i*年生态系统功能指数均值。

6.3 生态系统胁迫指数

生态系统胁迫指数以人类活动人类强度作为表征指标，人类活动强度指数越高，则生态胁迫程度越高，用人类活动强度指数表征生态胁迫状况，人类活动强度计算方法如下：

人类活动扰动指数反映了人类活动的扰动程度，根据不同的土地利用方式构建而来。首先根据人类对各种生态系统的利用程度不同，可对不同生态系统产生不同的扰动程度，人类对未利用或难利用生态系统的扰动程度较低。基于不同生态系统的扰动程度对各生态系统进行分级赋值（生态系统分类参照附录A）。赋值表如表1：

表 1 扰动指数构建权重表

类型	自然再生利用	人为再生利用	人为非再生利用
生态系统类型	林地、草地、水域（不包括冰雪）	农田	城镇、居民点、工矿用地和交通用地等
扰动分级指数	1	2	3

对于一个区域往往是多个级别生态系统扰动存在，各自占有不同的比例，进行加权求和，形成一个0-3之间的扰动指数，其值反映了一个区域的扰动程度，对其进行标准化，计算方法如公式（3）：

$$ETI = \frac{\left(\sum_{i=0}^3 A_i \times P_i \right)}{3 \times \sum_{i=0}^3 P_i} \quad (3)$$

式中： A_i 表示第 i 级生态系统的分级指数， P_i 表示第 i 级生态系统的面积百分比， ETI 为生态系统胁迫指数。

7 生态系统质量指数计算及评估分级

7.1 指数同一化

指数同一化是指经归一化和正向化处理，将各指数值域转换到0-1之间，将属性非同向指数转换为同向，以方便后续加权构建综合指数，归一化具体方法如公式（4）：

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (4)$$

式中： x' 为归一化处理后的指数， x 为原指数。

3项指标中，生态系统胁迫指数为负向指标，因此将负向指标进行正向化处理，即可通过1-负向指数可实现正向化转换，属性同一化处理后指数变化趋势可反映生态现状相同的优劣变化趋势。

7.2 生态系统质量指数

生态系统质量评估利用综合指数（生态系统质量指数，EQI）反映区域生态系统质量整体状况，指标体系包括生态系统稳定指数、生态系统功能指数、生态系统系统胁迫指数，三

个指数分别反映生态系统的健康程度、生态系统服务能力和生态系统受到胁迫状况，三个指数综合构建生态系统质量指数。具体计算方法如公式（5）：

$$EQI = (1 - W1 * ESI) + W2 * EFI + (1 - W3 * ETI) \quad (5)$$

EQI为生态系统质量指数，W1为生态系统稳定指数权重，ESI为生态系统稳定指数；EFI为生态系统功能指数，W2为生态系统功能指数权重；ETI为生态系统胁迫指数，W3为生态系统胁迫指数权重。各项指标权重见表2。

表 2 各指数权重表

指标	稳定指数	功能指数	胁迫指数
权重	0.43	0.37	0.2

7.3 生态系统质量状况分级

根据生态系统质量指数，将生态系统质量分为5级，即优、良、中、低、差，具体可参照HJ 192实施，见表3。

表 3 生态系统质量状况分级

级别	优	良	中	低	差
指数	EQI ≥ 75	55 ≤ EQI < 75	35 ≤ EQI < 55	20 ≤ EQI < 35	EQI < 20
描述	生态系统稳定，生产力高，生态胁迫低	生态系统较为稳定，生产力相对较高，生态威胁程度相对较低	生态系统稳定处于中等，生产力处于一般水平，生态胁迫处于中等水平	生态系统稳定性较差，生态系统生产力较低，存在明显生态胁迫因素	生态系统质量较为恶劣

附录 A

(资料性附录)

全国生态系统分类系统指标

I 代码	I 级分类	II 级代码	II 级分类
1	森林生态系统	11	阔叶林
		12	针叶林
		13	针阔混交林
		14	稀疏林
2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛
		22	针叶灌丛
		23	稀疏灌丛
3	草地生态系统	31	草甸
		32	草原
		33	草丛
		34	稀疏草地
4	湿地生态系统	41	沼泽
		42	湖泊
		43	河流
5	农田生态系统	51	耕地
		52	园地
6	城镇生态系统	61	居住地
		62	城市绿地
		63	工矿交通
7	荒漠生态系统	71	沙漠
		72	沙地
		73	盐碱地
8	其他	81	冰川/永久积雪
		82	裸地

附录 B

(规范性附录)

遥感关键生态参量计算方法

B.1 叶面积指数(LAI)

目前基于光学数据获取叶面积指数的方法主要包括两类，一类是建立LAI与植被指数之间经验或半经验关系；一类是基于辐射传输模型的遥感反演方法。

经验模型法常用的方法是用植被指数估算叶面积指数，一般过程是建立植被指数和叶面积指数的经验关系，并使用观测数据进行拟合，再使用拟合好的模型估算，常用表达叶面积指数和植被指数的经验关系主要有以下几种形式：

$$L = Ax^3 + Bx^2 + cx + D$$

$$L = A + Bx^c$$

$$L = -1/2A \ln(1-x)$$

其中， x 为从遥感数据获取的植被指数或反射率；系数A、B、C和D为经验参数，随着植被类型变化。

物理模型又称基于物理学的光学模型，主要分为几何光学模型、辐射传输模型以及二者的混合模型。

B.2 植被覆盖度 (FVC)

基于遥感估算植被覆盖度可采用植被指数法，通过对各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖率的转换关系来直接估算植被覆盖率。如：用归一化植被指数 (NDVI) 估算植被覆盖度的方法模型为：

$$f = \frac{NDVI - NDVI_i}{NDVI_v - NDVI_i}$$

式中 $NDVI_v$ 代表完全被植被所覆盖的像元的NDVI值，即纯植被像元的NDVI 值； $NDVI_i$ 则代表裸露地表(土壤或者建筑表面) 覆盖区域的NDVI 值，即无植被覆盖像元的NDVI 值。

B.3 总初级生产力 (GPP)

总初级生产力 (GPP) 指在单位时间和单位面积上，绿色植物通过光合作用所固定的有机碳总量。可通过GLO-PEM模型进行计算，计算公式为：

$$GPP = PAR \times FPAR \times \varepsilon(t)$$

式中，PAR为植被所吸收的光合有效辐射，FPAR为植被吸收光合有效辐射比率， ε 为基于GPP概念的光能转化率， t 表示时间。