

ICS 65.020

B 01

LY

中华人民共和国林草行业标准

LY/T XXXXX-2019

草原生态价值评估技术规范

Technical specifications on the assessment of rangeland
ecological values

2020-XX-XX发布

2020-XX-XX实施

国家林业和草原局

发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评估指标体系	3
5 评估数据来源	4
6 评估方法	4
6.1 草原生态价值评估方案	4
6.2 草原生态价值分项核算方法	5
6.3 草原生态价值评估方法	8
附录 A（规范性） 草原生态价值评估汇总表	10
附录 B（资料性） 草原生态价值物质质量计算方法	11
附录 C（资料性）	15
参考文献	16

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020 的规定起草。

本文件的附录 A 为规范性附录，附录 B、附录 C 为资料性附录。

本文件由国家林业和草原局草原标准化技术委员会（NFGA/TC）提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院地理科学与资源研究所、内蒙古农业大学、中国农业大学。

本文件主要起草人：樊江文、黄麟、李愈哲、韩国栋、戎郁萍、王忠武、张海燕、王穗子、李佳慧、李治国。

草原生态价值评估技术规范

1 范围

本文件规定了草原生态价值评估的指标体系、数据来源、评估方法等。

本文件适用于草原生态价值、草原生态系统服务价值、草原生态系统生产总值、草原生态产品价值化、草原征占用补偿等的核算与评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 31118-2014 土地生态服务评估原则与要求

LY/T 2649-2016 自然保护区生物多样性保护价值评估技术规程

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

3.1

草原生态价值 rangeland ecological values

主要由草原生态系统结构与功能决定的可向人类提供的各种服务及惠益的价值化形式，包括支持服务价值、供给服务价值、调节服务价值和文化服务价值等主要类别。

3.2

草原生态价值评估 assessment of rangeland ecological values

利用草原生态系统长期连续定位观测、草原资源调查、多源遥感监测、生态模型模拟及社会公共资源采集等方式获得的数据，核算草原生态价值量，并评价其价值高低与变化状况。

3.3

草原支持服务价值 rangeland supporting service values

对于草原生态系统的供给、调节、文化等其他服务价值的产生必不可少的价值化形式，包括土壤保育、养分输入等价值。

3.4

草原供给服务价值 rangeland provisioning service values

草原提供给人类所需各种物质和能量的价值化形式，包括牧草、其他生产原材料和种质资源等价值。

3.5

草原调节服务价值 rangeland regulating service values

草原生态系统在对水、土、气的调节过程中可向人类提供的各种惠益的价值化形式，如气候变化减缓、微气候调节、空气质量调节、水量调节和水质净化等价值。

3.6

草原文化服务价值 rangeland cultural service values

人类从草原生态系统获得的风景游憩、美学灵感、故土情结和文化遗产等非物质惠益的价值化形式。

3.7

草原土壤保育价值 soil and nutrient conservation values

草原植被通过降低土壤水蚀和风蚀模数，以达到保持土壤、防风固沙与减少土壤肥力损失作用的价值化形式。

3.8

草原养分输入价值 nutrient input values

草原植被在大气、土壤和降水中吸收 N、P、K 等营养元素并贮存在体内，通过凋落物、根系周转、根系分泌物输入土壤的价值化形式。

3.9

草原牧草供给价值 forage supply values

草原生态系统提供用于家畜和野生食草动物食用的草本植物及木本植物当年生嫩枝叶的价值化形式。

3.10

草原生产原材料供给价值 productive raw materials supply values

由草原生态系统提供用于生产过程起点的植物原材料的价值化形式。

3.11

草原种质资源保育价值 conservation of germplasm resources values

草原为生物的繁育、基因以及遗传信息等起到保育作用的价值化形式。

3.12

草原水源涵养价值 water retention values

草原生态系统通过对降水的截留、吸收和贮存，将地表水转为地表径流、土壤水或地下水，并达到稳定蓄水量，改善、净化水质进而为人类提供可用水资源的价值化形式。

3.13

草原气候变化减缓价值 climate change mitigation values

草原通过吸收固定大气中的二氧化碳等温室气体，减少大气中温室气体浓度，形成碳汇从而达到减缓气候变化不利影响的价值化形式。

3.14

草原微气候调节价值 microclimate regulation values

草原植被通过蒸腾作用、光合作用等生物化学过程和辐射能量传输等生物物理过程改变草原与大气间水分和能量交换，将植物体内水分转变为水蒸气散失到周边大气，从而达到降低局地温度、增加空气相对湿度的价值化形式。

3.15

草原空气质量调节价值 air quality regulation values

草原植被通过释放氧气和负氧离子，以及阻挡、过滤、吸附、滞留空气中悬浮颗粒物，从而达到优化空气质量的价值化形式。

3.16

草原生态价值指数 coefficient of rangeland ecological values

反映评估区域草原生态系统价值高低的比值。

4 评估指标体系

参考 GB/T 31118-2014，草原生态价值评估指标体系划分为 4 个一级指标、10 个二级指标和 16 个三级指标，见表 1。

表 1 草原生态价值评估指标体系及主要参数

生态价值评估指标			主要参数	
一级指标 (价值类别)	二级指标 (价值分项)	三级指标 (价值指标)	物质量参数	价值化参数
I 草原支持服务价值	II 土壤保育价值	II-1 土壤保持价值	土壤保持量	生物固土工程成本
		II-2 防风固沙价值	防风固沙量	生物固沙工程成本
		II-3 土壤养分固持价值	土壤养分固持量	有机肥市场价格
	II 土壤保育价值	II-1 养分输入价值	养分形成量	有机肥市场价格
II 草原供给服务价值	II1 牧草供给价值	II1-1 牧草供给价值	牧草产量	同类饲草料市场价格
	II2 生产原材料供给价值	II2-1 植物性生产原材料供给价值	植物性生产原材料产量	植物性生产原材料市场价格
	II3 种质资源保育价值	II3-1 物种保育价值	保护物种数	单位面积草原物种保育价值
III 草原调节服务价值	III1 水源涵养价值	III1-1 水量调节价值	拦蓄降水量	水库单位库容成本
		III1-2 水质净化价值	水质净化量	污水处理价格
	III2 气候变化减缓价值	III2-1 碳固定价值	碳固定量	碳税替代价格
	III3 微气候调节价值	III3-1 降温价值	降温吸热量	电费单价
		III3-2 增湿价值	增湿量	电费单价
	III4 空气质量调节价值	III4-1 释放氧气价值	植被释氧量	医用氧气替代价格
		III4-2 释放负氧离子价值	释放负氧离子量	空气清新机日运行费用
III4-3 滞尘价值		滞尘量	削减灰尘成本	
IV 草原文化服务价值	IV1 风景游憩价值	IV1-1 草原生态旅游价值	草原生态旅游产值	草原生态旅游收益

5 评估数据来源

本文件所用数据（附录表 B.2）主要有 5 个来源：

- 1) 草原生态系统野外长期动态观测数据，主要包括实验测定、站点观测的参数；
- 2) 草原资源地面调查或监测数据，主要包括样地调查、采样测定的参数；
- 3) 遥感监测数据，主要包括遥感反演的生态参数；
- 4) 模型模拟数据，主要包括生产力模型、土壤侵蚀方程等模型模拟参数；
- 5) 权威机构公布的社会公共资源数据，主要包括统计数据、气象数据等。

6 评估方法

6.1 草原生态价值评估方案

草原生态价值评估技术流程见图 1，主要步骤如下：

首先，本文件的评估区域以行政单元或自然地理单元为主，评估时间以年计。

第二，根据评估区域草原生态系统特性，参考草原生态价值评估指标体系（表 1），确定纳入草原生态价值评估的指标；

第三，参考推荐使用的草原生态价值物质质量计算方法（附录表 B.1），选择各类生态价值评估指标的物质量计算方法；

第四，获取物质量计算所需样地尺度数据，作为指标物质量计算的输入参数和验证数据（附录表 B.2），利用选择的物质量计算方法，获取区域尺度各评估指标的物质量空间分布数据；

第五，收集社会公共资源数据（附录表 C.1），依据草原生态价值分项核算方法计算分项生态价值量，获取评估区域分项价值量空间分布数据；

第六，利用空间统计方法汇总分项生态价值量，得到评估区域的草原生态总价值（附录表 A.1），进一步利用草原生态价值变化量和草原生态价值指数进行区域草原生态价值评估。

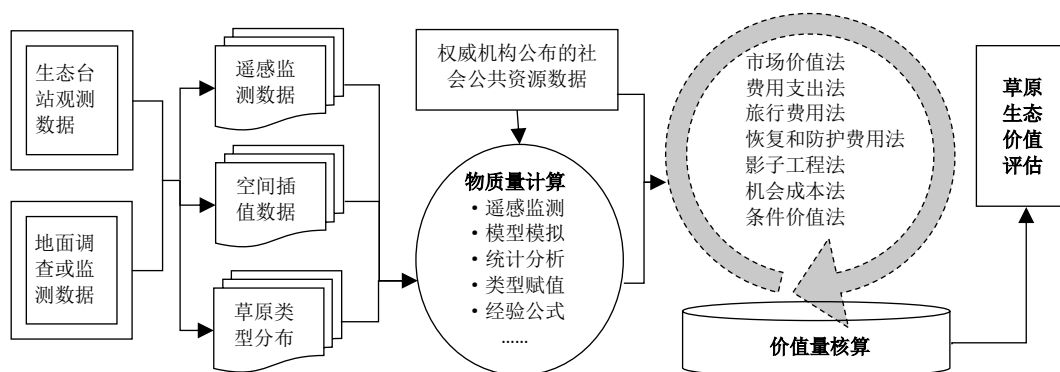


图 1 草原生态价值评估的技术流程

6.2 草原生态价值分项核算方法

6.2.1 土壤保育价值的核算

(1) 土壤保持价值

$$V_{E_{soil}} = R_{E_{soil}} \times p_S \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$V_{E_{soil}}$ —草原土壤保持价值, 单位: 元·a⁻¹;

$R_{E_{soil}}$ —草原土壤保持量, 单位: t·a⁻¹;

p_S —生物固土工程成本与维护费用, 单位: 元·t⁻¹。

(2) 防风固沙价值

$$V_{E_{wind}} = R_{E_{wind}} \times p_S \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$V_{E_{wind}}$ —草原防风固沙价值, 单位: 元·a⁻¹;

$R_{E_{wind}}$ —草原防风固沙量, 单位: t·a⁻¹;

p_S —生物固沙工程成本与维护费用, 单位: 元·t⁻¹。

(3) 土壤养分固持价值

$$V_{NR} = R_{NR} \times p_N \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

V_{NR} —草原土壤养分固持价值, 单位: 元·a⁻¹;

R_{NR} —草原土壤养分固持量, 单位: t·a⁻¹;

p_N —有机肥市场价格, 单位: 元·t⁻¹。

6.2.2 养分输入价值的核算

$$V_N = R_N \times p_N \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$R_N = R_{NV} + R_{NL} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

V_N —草原养分输入价值, 单位: 元·a⁻¹;

R_N —草原养分形成量, 单位: t·a⁻¹;

p_N —有机肥市场价格, 单位: 元·t⁻¹;

R_{NV} —每年新增的草原植被养分持留量, 单位: t·a⁻¹;

R_{NL} —草原凋落物分解量, 单位: t·a⁻¹。

6.2.3 牧草供给价值的核算

$$V_{P_g} = P_g \times p_g \times A \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

V_{P_g} —牧草供给价值, 单位: 元·a⁻¹;

P_g —牧草产量, 单位: t·hm⁻²·a⁻¹;

p_g —同类饲草料市场价格, 单位: 元·t⁻¹;

A —草原面积, 单位: hm²。

6.2.4 生产原材料供给价值的核算

$$V_{P_{rmp}} = P_{rmp} \times p_{rmp} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$V_{P_{rmp}}$ —草原植物性生产原材料供给价值, 单位: 元·a⁻¹;

P_{rmp} —草原植物性生产原材料产量, 单位: t·a⁻¹;

p_{rmp} —草原植物性生产原材料市场价格, 单位: 元·t⁻¹。

6.2.5 种质资源保育价值的核算

参考 LY/T 2649-2016 方法:

$$V_{BC} = (1 + \sum_{i=1}^x B_i \times 0.1 + \sum_{j=1}^y T_j \times 0.1) \times V_{GBC} \times A \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

V_{BC} —草原物种保育价值, 单位: 元·a⁻¹;

B_i —物种*i*的珍稀濒危指数, x 为珍稀濒危物种数;

T_j —物种*j*的特有种指数, y 为特有种物种数;

V_{GBC} —单位面积草原物种保育价值, 单位: 元·hm⁻²·a⁻¹;

A —草原面积, 单位: hm²。

6.2.6 水源涵养价值的核算

(1) 水量调节价值

$$V_{P_W} = P_W \times p_r \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

V_{P_W} —草原水量调节价值, 单位: 元·a⁻¹;

P_W —草原拦蓄降水量, 单位: t·a⁻¹;

p_r —水库单位库容成本, 单位: 元·t⁻¹。

(2) 水质净化价值

$$V_{WQ} = P_W \times p_{WQ} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

V_{WQ} —草原净化水质价值, 单位: 元·a⁻¹;

P_W —草原水质净化量, 即拦蓄降水量, 单位: t·a⁻¹;

p_{WQ} —污水处理价格, 单位: 元·t⁻¹。

6.2.7 气候变化减缓价值的核算

$$V_{CS} = R_{CS} \times p_{CS} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

V_{CS} —草原碳固定价值, 单位: 元·a⁻¹;

R_{CS} —草原碳固定量, 单位: t·a⁻¹;

p_{CS} —碳税替代价格, 单位: 元·t⁻¹。

6.2.8 微气候调节价值的核算

(1) 降温价值

$$V_{temp} = \frac{R_{temp}}{\eta_a} \times \frac{w_a}{1000} \times p_e \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- V_{temp} —草原降温价值, 单位: 元·a⁻¹;
 R_{temp} —草原夏季降温吸热量, 单位: kJ;
 η_a —空调制冷效率, 取值 50400 kJ·h⁻¹;
 w_a —空调功率, 取值 4800 w;
 p_e —电费单价, 单位: 元·kw⁻¹·h⁻¹。

(2) 增湿价值

$$V_{wet} = \frac{R_{wet}}{\eta_h} \times \frac{w_h}{1000} \times p_e \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- V_{wet} —草原增湿价值, 单位: 元·a⁻¹;
 R_{wet} —草原年均增湿量, 单位: kg·a⁻¹;
 η_h —加湿器工作效率, 单位: kg·h⁻¹;
 w_h —加湿器输入功率, 单位: w;
 p_e —电费单价, 单位: 元·kw⁻¹·h⁻¹。

6.2.9 空气质量调节价值的核算

(1) 释放氧气价值

$$V_{O_2} = R_{O_2} \times p_{O_2} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- V_{O_2} —草原植被释氧价值, 单位: 元·a⁻¹;
 R_{O_2} —草原植被释氧量, 单位: t·a⁻¹;
 p_{O_2} —医用氧气替代价格, 单位: 元·t⁻¹。

(2) 释放负氧离子价值

$$V_{O^-} = \frac{R_{O^-}}{\rho_m} \times p_m \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- V_{O^-} —草原释放负氧离子价值, 单位: 元·a⁻¹;
 R_{O^-} —草原释放负氧离子量, 单位: (个·d)·a⁻¹;
 ρ_m —空气清新机日均释放负氧离子的性能, 单位: 个·台⁻¹·d⁻¹;
 p_m —空气清新机日运行费用, 单位: 元·台⁻¹·d⁻¹。

(3) 滞尘价值

$$V_d = R_d \times p_d \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中:

V_d —草原滞尘价值，单位：元·a⁻¹；
 R_d —草原滞尘量，单位：t·a⁻¹；
 p_d —削减灰尘成本，单位：元·t⁻¹。

6.2.10 风景游憩价值的核算

$$V_R = \sum_{i=1}^n V_{R_i} \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中：

V_R —草原风景游憩价值，单位：元·a⁻¹；
 V_{R_i} —草原生态旅游收益，单位：元·a⁻¹；
 i —草原生态旅游区的门票、交通、食宿等旅游收益项目。

6.3 草原生态价值评估方法

6.3.1 草原生态总价值

分项汇总得到评估区域的草原生态价值。

$$V_G = \sum_{i=1}^m V_i \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中：

V_G —评估区域的草原生态总价值量，单位：元·a⁻¹；
 V_i —草原分项生态价值量，单位：元·a⁻¹；
 i —评估区域草原生态价值评估指标项。

6.3.2 单位面积草原生态价值

$$V_U = \frac{V_G}{A_G} \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中：

V_U —评估区域的单位面积草原生态价值量，单位：元·hm⁻²·a⁻¹；
 V_G —评估区域的草原生态总价值量，单位：元·a⁻¹；
 A_G —评估区域的草原面积，单位：hm²。

6.3.3 草原生态价值变化评估

利用评估时段（一年或多年平均）草原生态单项价值或总价值，与本底时段（三年以上的年平均）草原生态单项价值或总价值的差值和变化率对草原生态价值的变化状况进行评估。

$$CV_G = V_G - V_D \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$CV_r = \frac{V_G - V_D}{V_D} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中：

CV_G —评估区域评估年草原生态价值变化量，负值表示价值量减少，正值表示价值量增加，单位：元；

CV_r —评估区域评估年草原生态价值变化率，单位：%；

V_G —评估时段草原生态单项价值或总价值，单位：元；

V_D —本底时段草原生态单项价值或总价值，单位：元。

6.3.4 草原生态价值指数

评估区域内，将评估年草原生态价值最高值作为对照，通过其他核算单元或栅格像元的草原生态价值与该对照值的比值，计算草原生态价值指数（GEVI），值域范围 0~1。

$$GEVI = \frac{V_A}{V_B} \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中：

V_A —核算单元或栅格像元的草原生态价值，单位：元·a⁻¹；

V_B —评估区域评估年草原生态价值最高值，单位：元·a⁻¹。

利用 GEVI 评估区域的草原生态价值，GEVI 越大，草原生态价值越高，反之则越低。

6.3.5 草原生态价值多维度评估

评估区域之间，区分支持、供给、调节、文化 4 个价值类别，或选择 3 个以上的主要价值分项，根据核算得到的价值量，利用雷达图方法进行多维度量评估。

6.3.6 草原征占用补偿核算

$$V_{GR} = p_{GR} \times A_{GR} \times \beta \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中：

V_{GR} —草原征占用补偿费，单位：元·a⁻¹；

p_{GR} —征占用草原的单位面积生态价值，单位：元·hm²·a⁻¹；

A_{GR} —草原征占用面积，单位：hm²；

β —草原征占用补偿调整系数，该系数根据征占用所在区域以及征占用途进行设置。

附录 A
(规范性)
草原生态价值评估汇总表

表 A.1 草原生态价值数据汇总表

(单位: 万元)

价值指标			区域 1	区域 2	区域 m	合计
一级指标 (价值类别)	二级指标 (价值分项)	三级指标 (价值指标)					
I 支持服务价值			—	—	—	—	—
	II 土壤保育价值		—	—	—	—	—
		II-1 土壤保持价值	—	—	—	—	—
		II-2 防风固沙价值	—	—	—	—	—
		II-3 土壤养分固持价值	—	—	—	—	—
	I2 养分输入价值		—	—	—	—	—
		I2-1 养分输入价值	—	—	—	—	—
II 供给服务价值			—	—	—	—	—
	II1 牧草供给价值		—	—	—	—	—
		II1-1 牧草供给价值	—	—	—	—	—
	II2 生产原材料供给价值		—	—	—	—	—
		II2-1 植物性生产原材料供给价值	—	—	—	—	—
	II3 种质资源保育价值		—	—	—	—	—
		II3-1 物种保育价值	—	—	—	—	—
III 调节服务价值			—	—	—	—	—
	III1 水源涵养价值		—	—	—	—	—
		III1-1 水量调节价值	—	—	—	—	—
		III1-2 水质净化价值	—	—	—	—	—
	III2 气候变化减缓价值		—	—	—	—	—
		III2-1 碳固定价值	—	—	—	—	—
	III3 微气候调节价值		—	—	—	—	—
		III3-1 降温价值	—	—	—	—	—
		III3-2 增湿价值	—	—	—	—	—
	III4 空气质量调节价值		—	—	—	—	—
		III4-1 释放氧气价值	—	—	—	—	—
		III4-2 释放负氧离子价值	—	—	—	—	—
		III4-3 滞尘价值	—	—	—	—	—
IV 文化服务价值			—	—	—	—	—
	IV1 风景游憩价值		—	—	—	—	—
		IV1-1 草原生态旅游价值	—	—	—	—	—
合计			—	—	—	—	—

附录 B
(资料性)
草原生态价值物质质量计算方法

表 B.1 推荐使用的草原生态价值物质质量计算方法

评估指标	物质质量参数	计算指标	推荐使用的计算方法	具体计算公式
I 支持服务价值	土壤保持量	土壤水蚀模数	土壤水蚀模数估算方程： 修正通用土壤流失方程（RULSE）； 中国土壤流失方程（CSLE）。	修正通用土壤流失方程（RULSE）： $R_{E_{soil}} = (G_{E_{soil}} - U_{E_{soil}}) \times A$ $G_{E_{soil}} = R \times K \times L \times S \times C \times P$ 式中： $R_{E_{soil}}$ —草原土壤保持量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； $G_{E_{soil}}$ —草原土壤水蚀模数，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； $U_{E_{soil}}$ —裸地土壤水蚀模数，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 ； R —降雨侵蚀力因子（ $MJ \cdot mm \cdot hm^{-2} \cdot h^{-1} \cdot a^{-1}$ ）； K —土壤可蚀性因子（ $t \cdot hm^2 \cdot h \cdot hm^{-2} \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$ ）； L —坡长因子（无量纲）； S —坡度因子（无量纲）； C —覆盖和管理因子（无量纲），取值范围为 0~1； P —水土保持措施因子（无量纲），取值范围为 0~1。
	防风固沙量	土壤风蚀模数	土壤风蚀模数估算方程： 修正风蚀方程（RWEQ）； 风蚀预报系统（WEPP）； 中国土壤风蚀模型。	修正风蚀方程（RWEQ）： $R_{E_{wind}} = (G_{E_{wind}} - U_{E_{wind}}) \times A$ $G_{E_{wind}} = \frac{Q_x}{x}$ $Q_x = Q_{max} \left[1 - e^{-\left(\frac{x}{S}\right)^2} \right]$ $Q_{max} = 109.8(WF \times EF \times SCF \times K' \times COG)$ $S = 150.71(WF \times EF \times SCF \times K' \times COG)^{-0.3711}$ 式中： $R_{E_{wind}}$ —草原防风固沙量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； $G_{E_{wind}}$ —草原土壤风蚀模数，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； $U_{E_{wind}}$ —裸地土壤风蚀模数，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 ； x —地块长度（m），取值 100m； Q_x —地块长度 x 处的沙通量（kg/m）； Q_{max} —风力的最大输沙能力（kg/m）； S —关键地块长度（m）； WF —气象因子（kg/m）； EF —土壤可蚀性成分； SCF —土壤结皮因子（无量纲）； K' —土壤糙度因子（无量纲）； COG —植被因子（无量纲）。
	土壤养分固持量	土壤养分含量	土壤类型赋值法	$R_{NR} = (G_E - U_E) \times A \times C_{NS}$ 式中： R_{NR} —草原土壤养分固持量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； G_E —草原土壤侵蚀模数，包括水蚀和风蚀，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； U_E —裸地土壤侵蚀模数，包括水蚀和风蚀，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 ； C_{NS} —草原土壤养分含量，包括 N、P、K 等，单位：%。
	植被养分持留量	植被养分持留量	草原类型赋值法	$R_{NV} = NPP \times C_{NV} \times A$ 式中： R_{NV} —每年新增的草原植被养分持留量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； NPP —草原植被净初级生产力，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 ； C_{NV} —草原植被养分含量，包括 N、P、K 等，单位：%。

表 B.1 推荐使用的草原生态价值物质质量计算方法（续）

评估指标	物质质量参数	计算指标	推荐使用的计算方法	具体计算公式
I 支持服务价值	凋落物分解量	凋落物分解量	草原类型赋值法	$R_{NL} = C_{NL} \times \eta_L \times A$ 式中： R_{NL} —草原凋落物分解量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； C_{NL} —草原凋落物存量，单位： $t \cdot hm^{-2}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 ； η_L —草原凋落物分解速率，单位： $\% \cdot a^{-1}$ 。
II 供给服务价值	牧草产量	牧草产量	植被净初级生产力模型	利用 CASA、CENTURY、GLOPEM 等植被净初级生产力模型估算草原植被地上部分生产力，进而获取草原产草量。
			经验模型	基于实地测量的草原产量数据和遥感数据（NDVI、EVI 等）建立经验统计模型，然后在遥感数据的基础上反演得到评估区域内草原产量。
	植物性生产原材料产量	油料、药用、纤维等年产量	统计数据	$P_{rmp} = \sum_{j=1}^n P_j$ 式中： P_{rmp} —植物性生产原材料产量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； P_j —油料、药用、纤维等植物性生产原材料 j 的实际产量，单位： $t \cdot a^{-1}$ 。
保护物种数	珍稀濒危物种指数、特有种物种指数	统计数据 实地调查： 样线样带法； 随机抽样调查法。	$B = \sum_{i=1}^x B_i$ $T = \sum_{j=1}^y T_j$ 式中： B_i —评估区域内濒危物种 i 的珍稀濒危指数分值，其中极危物种 4 分，濒危物种 3 分，易危物种 2 分，近危物种 1 分； T_j —评估区域内特有种物种 j 的特有种指数分值，其中仅限小范围山峰或特殊自然地理环境下分布物种 4 分，仅限某些较大的自然地理环境下分布的类群，如仅分布于高原、若干山脉等的物种 3 分，仅限于某个大陆分布的物种 2 分，在 2 个大陆都有分布的物种 1 分，世界广布种 0 分。	
III 调节服务价值	拦蓄降水量	拦蓄降水量	水量平衡法	$P_W = 10^{-1} \times (P(x) - ET(x) - C(x)) \times A$ 式中： P_W —草原拦蓄降水量，单位： m^3/a ； $P(x)$ —栅格单元 x 的年降水量，单位： mm/a ； $ET(x)$ —栅格单元 x 的年蒸散量，单位： mm/a ； $C(x)$ —草原地表径流量，单位： mm/a ； A —草原面积，单位： hm^2 。
			降水储存量法	$P_W = A \times J \times R$ $J = J_0 \times K$ $R = R_0 - R_g$ 式中： P_W —与裸地相比，草原生态系统涵养水分的增加量，单位： m^3 ； A —草原生态系统面积，单位： hm^2 ； J —多年均产流降雨量，单位： mm ； J_0 —多年均降雨总量，单位： mm ； R_0 —产流降雨条件下裸地降雨径流率； R_g —产流降雨条件下草原生态系统降雨径流率； K —产流降雨量占降雨总量的比例； R —与裸地相比草原生态系统减少径流的效益系数。

表 B.1 推荐使用的草原生态价值物质质量计算方法（续）

评估指标	物质质量参数	计算指标	推荐使用的计算方法	具体计算公式
III 调节服务价值	碳固定量	植被碳固定量	固碳释氧法过程机理模型	$R_{CS} = NPP \times 1.63 \times A$ 式中： R_{CS} —草原年均植被碳固定量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； NPP —草原植被年净初级生产力，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 。
		土壤有机碳固定量	经验参数法	$R_{SOC} = C_{SOC} \times A$ 式中： R_{SOC} —草原土壤有机碳固定量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； C_{SOC} —草原土壤有机碳固定速率，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 。
	降温吸热量	降温吸热量	蒸腾降温法	$R_{temp} = \frac{ET \times A \times \rho_w \times v_{eh} \times h_p \times D_s}{D_a \times H_{ml} \times 10}$ 式中： R_{temp} —草原夏季降温吸热量，单位： kJ ； ET —草原年均蒸腾量，单位： $mm \cdot a^{-1}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 ； ρ_w —标准状况下水的密度，取值 $1000kg \cdot m^{-3}$ ； v_{eh} — $20^\circ C$ 时水的汽化热，取值 $2453 kJ \cdot kg^{-1}$ ； h_p —人类活动高度，取值 $100 m$ ； D_s —夏季日数，取值 $92d$ ； D_a —一年中日数，取值 $365d$ ； H_{ml} —大气混合层高度，取值 $879 m$ 。
	蒸腾增湿量	蒸腾增湿量	蒸腾增湿法	$R_{wet} = \frac{ET \times A \times \rho_w \times h_p}{H_{ml} \times 10}$ 式中： R_{wet} —草原年均增湿量，单位： $kg \cdot a^{-1}$ ； ET —草原年均蒸腾量，单位： $mm \cdot a^{-1}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 ； ρ_w —标准状况下水的密度，取值 $1000kg \cdot m^{-3}$ ； h_p —人类活动高度，取值 $100 m$ ； H_{ml} —大气混合层高度，取值 $879 m$ 。
	植被释氧量	植被释氧量	固碳释氧法	$R_{O_2} = NPP \times 1.19 \times A$ 式中： R_{O_2} —草原年均释氧量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； NPP —草原年净初级生产力，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； A —草原面积，单位： hm^2 。
	释放负氧离子量	释放负氧离子量	类型赋值法	$R_{O^-} = 10^{10} \times \omega \times A \times h_p \times D_g$ 式中： R_{O^-} —不同类型草原年均释放负氧离子量，单位： $(个 \cdot d) \cdot a^{-1}$ ； ω —不同类型草原负氧离子浓度，单位： $个 \cdot cm^{-3}$ ； A —不同类型草原面积，单位： hm^2 ； h_p —人类活动高度，取值 $100 m$ ； D_g —不同类型草原年生长日数，取值 $d \cdot a^{-1}$ 。
	滞尘量	滞尘量	类型赋值法	$R_d = \gamma_d \times A$ 式中： R_d —不同类型草原年均滞尘量，单位： $t \cdot a^{-1}$ ； γ_d —不同类型草原滞尘能力，单位： $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ； A —不同类型草原面积，单位： hm^2 。
IV 文化服务价值	草原生态旅游产值	草原生态旅游产值	统计数据	V_{R_i} —草原生态旅游的门票、交通、食宿等收益，单位： $元 \cdot a^{-1}$ 。

表 B.2 草原生态价值物质量参数计算指标汇总表

输入参数	单位	格式	推荐获取方法
降雨侵蚀力因子	$\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$	栅格	站点观测与空间插值
土壤可蚀性因子	$\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{h}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{MJ}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$	栅格	实验测定与空间插值
坡长因子	无量纲	栅格	实验测定与空间插值
坡度因子	无量纲	栅格	实验测定与空间插值
覆盖和管理因子	无量纲	栅格	样地调查与遥感反演
草原植被覆盖度	%	栅格	样地调查与遥感反演
水土保持措施因子	无量纲	栅格	样地调查与空间插值
植被因子	无量纲	栅格	样地调查与空间插值
土壤糙度因子	无量纲	栅格	实验测定与空间插值
土壤结皮因子	无量纲	栅格	实验测定与空间插值
气象因子	kg/m	栅格	站点观测与空间插值
地块长度	m	栅格	样地调查与空间插值
草原土壤 N 含量	%	数值	采样测定
草原土壤 P 含量	%	数值	采样测定
草原土壤 K 含量	%	数值	采样测定
草原植被 N 含量	%	数值	采样测定
草原植被 P 含量	%	数值	采样测定
草原植被 K 含量	%	数值	采样测定
草原植被净初级生产力	$\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$	栅格	样地调查与模型模拟
草原枯落物存量	$\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$	数值	样地调查
草原枯落物分解速率	$\%\cdot\text{a}^{-1}$	数值	样地调查
草原土壤有机碳固定速率	$\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$	数值	采样测定
牧草比例	%	数值	样地调查
草原植物根系周转值	a^{-1}	数值	样地调查
油料植物产量	$\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$	数值	统计数据
药用植物产量	$\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$	数值	统计数据
纤维植物产量	$\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$	数值	统计数据
珍稀濒危物种数	种	数值	统计数据或调查数据
特有种物种数	种	数值	统计数据或调查数据
年降水量	$\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$	数值/栅格	站点观测/空间插值
年蒸散量	$\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$	数值/栅格	站点观测/模型模拟
草原地表径流量	$\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$	数值/栅格	站点观测/类型赋值
产流降雨条件下裸地降雨径流率	%	数值	站点观测
产流降雨条件下生态系统降雨径流率	%	数值	站点观测
产流降雨量占降雨总量的比例	%	数值	站点观测
草原负氧离子浓度	$\text{个}\cdot\text{cm}^{-3}$	数值	实验测定
草原年生长日数	$\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$	数值	统计数据
草原滞尘能力	$\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$	数值	实验测定
门票	$\text{元}\cdot\text{人}^{-1}$	数值	统计数据
交通	$\text{元}\cdot\text{人}^{-1}$	数值	统计数据
食宿	$\text{元}\cdot\text{人}^{-1}\cdot\text{日}^{-1}$	数值	统计数据

表 C.1 推荐使用的草原生态价值化参数数据

价值化参数	单位	区域 1	区域 2	区域 m
生物固土/沙工程成本与维护费用	元·t ⁻¹	—	—	—	—
有机肥市场价格	元·t ⁻¹	—	—	—	—
同类饲草料市场价格	元·t ⁻¹	—	—	—	—
植物性生产原材料市场价格	元·t ⁻¹	—	—	—	—
单位面积草原物种保育价值	元·hm ⁻² ·a ⁻¹	—	—	—	—
水库单位库容成本	元·t ⁻¹	—	—	—	—
污水处理价格	元·t ⁻¹	—	—	—	—
碳税替代价格	元·t ⁻¹	—	—	—	—
电费单价	元·kw ⁻¹ ·h ⁻¹	—	—	—	—
医用氧气替代价格	元·t ⁻¹	—	—	—	—
空气清新机日运行费用	元·台 ⁻¹ ·d ⁻¹	—	—	—	—
削减灰尘成本	元·t ⁻¹	—	—	—	—
草原生态旅游区的各项旅游收益	元·a ⁻¹	—	—	—	—

参 考 文 献

- [1] GB/T 38582-2020 森林生态系统服务功能评估规范
 - [2] SL 190-2007 土壤侵蚀分类分级标准
 - [3] LY/T 1814-2009 自然保护区生物多样性调查规范
 - [4] LY/T 2735-2016 自然资源（森林）资产评价技术规范
 - [5] LY/T 2407-2015 森林资源资产评估技术规范
 - [6] LY/T 2586-2016 空气负（氧）离子浓度观测技术规范
 - [7] DB11/T 659-2018 森林资源资产价值评价技术规范
 - [8] DB63/T 1342-2015 三江源生态保护和建设生态效果评估技术规范
-