



中华人民共和国国家标准

GB/T 42961—2023

植被生态质量的气候变化影响评价方法

Assessment method for climate change impact on vegetation ecological quality

2023-08-06 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 评价指标 2

5 评价等级 4

附录 A（规范性） 实际植被净初级生产力和覆盖度计算方法 5

附录 B（规范性） 气候变化决定的实际植被净初级生产力和覆盖度计算方法 7

参考文献 10

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。

本文件由中国气象局提出。

本文件由全国农业气象标准化技术委员会(SAC/TC 539)归口。

本文件起草单位：中国气象科学研究院、中国农业大学、南京信息工程大学。

本文件主要起草人：周广胜、周莉、周怀林、汲玉河、何奇瑾、吕晓敏、周梦子、宋艳玲、耿金剑、吴宜宣。

植被生态质量的气候变化影响评价方法

1 范围

本文件规定了植被生态质量气候变化影响的评价指标、评价等级,描述了植被生态质量及其变化的气候变化贡献率计算方法。

本文件适用于自然植被生态质量气候变化影响的监测、评价和应用,非自然植被生态质量气候变化影响监测、评价和应用参照使用。

本文件不适用于地震、火灾等重大自然灾害发生时植被生态质量气候变化贡献率的监测、评价和应用。

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

植被 **vegetation**

覆盖地表的植物群落总称。

3.2

植被生态质量 **vegetation ecological quality**

由植被净初级生产力(3.4)、植被覆盖度(3.7)和植被地理分布面积(3.10)共同决定的植被生长状态。

3.3

实际植被生态质量 **actual vegetation ecological quality**

由实际植被净初级生产力(3.6)、实际植被覆盖度(3.9)和植被地理分布面积(3.10)共同决定的实际植被生长状态。

3.4

植被净初级生产力 **net primary productivity of vegetation**

绿色植被在单位面积、单位时间内所累积的、由光合作用所产生的有机物总量中扣除自养呼吸后的剩余部分。

[来源:GB/T 34815—2017,3.4,有修改]

3.5

潜在植被净初级生产力 **potential net primary productivity of vegetation**

气候条件决定的植被净初级生产力(3.4)。

3.6

实际植被净初级生产力 **actual net primary productivity of vegetation**

气候条件、人类活动、自然灾害等决定的植被净初级生产力(3.4)。

3.7

植被覆盖度 vegetation fractional coverage

某区域内植被地上部分(包括茎、枝、叶、果)在地面的垂直投影面积与该区域总面积之比。

3.8

潜在植被覆盖度 potential vegetation fractional coverage

气候条件决定的植被覆盖度(3.7)。

3.9

实际植被覆盖度 actual vegetation fractional coverage

气候条件、人类活动、自然灾害等决定的植被覆盖度(3.7)。

3.10

植被地理分布面积 geographical distribution area of vegetation

植被在地球表面地理空间的分布面积。

3.11

归一化植被指数 normalized difference vegetation index; NDVI

近红外波段和可见光波段反射率之差与这两个波段反射率之和的比值。

[来源: QX/T 284—2015, 2.3, 有修改]

4 评价指标

4.1 某一类型植被生态质量的气候变化影响

4.1.1 植被生态质量

4.1.1.1 实际植被生态质量按公式(1)计算:

$$Q_{a,i} = N_{a,i} \times C_{a,i} \times S_{a,i} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$Q_{a,i}$ ——第 i 年实际植被生态质量,以碳计,单位为克(g);

$N_{a,i}$ ——第 i 年实际植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m^2),按附录 A 中 A.1~A.3 的方法计算;

$C_{a,i}$ ——第 i 年实际植被覆盖度,按 A.4 的方法计算;

$S_{a,i}$ ——第 i 年植被地理分布面积,单位为平方米(m^2),采用国家或地方政府发布的土地利用产品数据。

4.1.1.2 气候变化决定的实际植被生态质量按公式(2)计算:

$$Q_{m,i+1} = N_{m,i+1} \times C_{m,i+1} \times S_{a,i+1} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$Q_{m,i+1}$ ——第 $i+1$ 年气候变化决定的实际植被生态质量,以碳计,单位为克(g);

$N_{m,i+1}$ ——第 $i+1$ 年气候变化决定的实际植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m^2),按附录 B 中 B.1 的方法计算;

$C_{m,i+1}$ ——第 $i+1$ 年气候变化决定的实际植被覆盖度,按 B.2 的方法计算;

$S_{a,i+1}$ ——第 $i+1$ 年植被地理分布面积,单位为平方米(m^2),采用国家或地方政府发布的土地利用产品数据。

4.1.2 实际植被生态质量变化量

4.1.2.1 第 $i+1$ 年相对于第 i 年的实际植被生态质量变化量按公式(3)计算:

$$\Delta Q_{a,i+1} = Q_{a,i+1} - Q_{a,i} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\Delta Q_{a,i+1}$ ——第 $i+1$ 年相对于第 i 年的实际植被生态质量变化量,以碳计,单位为克(g);

$Q_{a,i+1}$ ——第 $i+1$ 年实际植被生态质量,以碳计,单位为克(g);

$Q_{a,i}$ ——第 i 年实际植被生态质量,以碳计,单位为克(g)。

4.1.2.2 评价期内实际植被生态质量变化量按公式(4)计算:

$$Q_s = \sum_{i=1}^{n-1} \Delta Q_{a,i+1} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

Q_s ——评价期内实际植被生态质量变化量,以碳计,单位为克(g);

n ——评价期的年份数;

$\Delta Q_{a,i+1}$ ——第 $i+1$ 年相对于第 i 年的实际植被生态质量变化量,以碳计,单位为克(g)。

4.1.3 气候变化决定的实际植被生态质量变化量

4.1.3.1 第 $i+1$ 年相对于第 i 年的气候变化决定的植被生态质量变化量按公式(5)计算:

$$\Delta Q_{m,i+1} = Q_{m,i+1} - Q_{a,i} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$\Delta Q_{m,i+1}$ ——第 $i+1$ 年相对于第 i 年的气候变化决定的植被生态质量变化量,以碳计,单位为克(g);

$Q_{m,i+1}$ ——第 $i+1$ 年气候变化决定的实际植被生态质量,以碳计,单位为克(g);

$Q_{a,i}$ ——第 i 年实际植被生态质量,以碳计,单位为克(g)。

4.1.3.2 评价期内气候变化决定的实际植被生态质量变化量按公式(6)计算:

$$Q_{ms} = \sum_{i=1}^{n-1} \Delta Q_{m,i+1} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

Q_{ms} ——评价期内气候变化决定的实际植被生态质量变化量,以碳计,单位为克(g);

n ——评价期的年份数;

$\Delta Q_{m,i+1}$ ——第 $i+1$ 年相对于第 i 年的气候变化决定的实际植被生态质量变化量,以碳计,单位为克(g)。

4.1.4 植被生态质量的气候变化影响

4.1.4.1 气候变化贡献率为气候变化决定的实际植被生态质量变化量与实际植被生态质量变化量的绝对值之比。植被生态质量的气候变化影响采用气候变化贡献率评价,按公式(7)计算:

$$F_m = \frac{Q_{ms}}{|Q_s|} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

F_m ——评价期内植被生态质量变化的气候变化贡献率;

Q_{ms} ——评价期内气候变化决定的实际植被生态质量变化量,以碳计,单位为克(g);

Q_s ——评价期内实际植被生态质量变化量,以碳计,单位为克(g)。

4.1.4.2 当评价期内实际植被生态质量变化量较小,且评价期内实际植被生态质量变化量的绝对值与第 i 年实际植被生态质量的比值小于或等于 0.1 时,评价期内实际植被生态质量变化量的绝对值按公式(8)计算:

$$|Q_s| = 0.1 \times Q_{a,i} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

Q_i ——评价期内实际植被生态质量变化量,以碳计,单位为克(g);
 $Q_{a,i}$ ——第*i*年实际植被生态质量,以碳计,单位为克(g)。

4.2 区域植被生态质量的气候变化影响

采用区域内所有类型植被评价期内气候变化决定的实际植被生态质量累积变化量与实际植被生态质量累积变化量的绝对值之比。

5 评价等级

气候变化贡献率评价等级按表 1 的规定确定,划分为:高度正贡献、中度正贡献、无贡献、中度负贡献、高度负贡献五级。其中,气候变化贡献率为正值,表示气候变化有利于植被生态质量提升;气候变化贡献率为负值,表示气候变化不利于植被生态质量提升。

表 1 气候变化贡献率评价等级

评价期内植被生态质量变化的气候变化贡献率(F_m)	评价等级	释义
$F_m \geq 1$	高度正贡献	气候变化极有利于植被生态质量提升
$0.1 < F_m < 1$	中度正贡献	气候变化有利于植被生态质量提升
$-0.1 \leq F_m \leq 0.1$	无贡献	气候变化对植被生态质量影响不显著
$-1 < F_m < -0.1$	中度负贡献	气候变化不利于植被生态质量提升
$F_m \leq -1$	高度负贡献	气候变化极不利于植被生态质量提升

附 录 A

(规范性)

实际植被净初级生产力和覆盖度计算方法

A.1 森林实际植被净初级生产力

森林实际植被净初级生产力按公式(A.1)计算：

$$N_1 = 97.13 \times I_{\text{NDVI},a} + 0.022 \times P \times T + 0.128 \times P - 9.136 \times T - 0.027 \times H + 333.67 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- N_1 —— 森林实际植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m²)；
- $I_{\text{NDVI},a}$ —— 年最大归一化植被指数；
- P —— 年降水量,单位为毫米(mm)；
- T —— 年均气温,单位为摄氏度(℃)；
- H —— 海拔高度,单位为米(m)。

A.2 草原与荒漠实际植被净初级生产力

全国草原与荒漠划分为六大区域,其风干重系数、地下与地上部分生物量比例系数和鲜草质量的遥感监测模型,按表 A.1 要求确定。不同类型草原与荒漠的实际植被净初级生产力按公式(A.2)计算：

$$N_2 = 0.05 \times m \times f_1 \times (1 + f_2) \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- N_2 —— 草原与荒漠实际植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m²)；
- m —— 草原与荒漠实际植被每公顷的鲜草质量,单位为千克(kg)；
- f_1 —— 风干重系数；
- f_2 —— 地下与地上部分生物量比例系数。

表 A.1 全国草原与荒漠植被的风干重系数、
地下与地上部分生物量比例系数和鲜草质量的遥感监测模型

区域	省(区、市)	风干重系数 (f_1)	地下与地上 部分生物量 比例系数(f_2)	模型
I 区： 东北温带半湿润草甸 草原区	黑龙江、辽宁、吉林 和内蒙古东部	0.29	5.26	$m = 385.362 \times \exp(3.813 \times I_{\text{NDVI},a})$
II 区： 蒙甘宁温带半干旱草 原和荒漠草原区	内蒙古大部、甘肃和 宁夏	0.34	4.25	$m = 193.585 \times \exp(4.984 \times I_{\text{NDVI},a})$
III 区： 华北暖温带半湿润、半 干旱暖性灌丛区	河北、山西和陕西	0.31	4.42	$m = 18\,377 \times I_{\text{NDVI},a}^{2.023\,3}$

表 A.1 全国草原与荒漠植被的风干重系数、
地下与地上部分生物量比例系数和鲜草质量的遥感监测模型（续）

区域	省(区、市)	风干重系数 (f_1)	地下与地上 部分生物量 比例系数(f_2)	模型
Ⅳ区： 西南亚热带湿润热性 灌草丛区	四川大部、重庆、云 南、贵州和广西	0.31	4.42	$m = 21\,399 \times I_{\text{NDVI},a}^{3.049\,8}$
Ⅴ区： 新疆温带、暖温带干旱 荒漠和山地草原区	新疆	0.33	7.89	$m = 409.91 \times \exp(3.909\,9 \times I_{\text{NDVI},a})$
Ⅵ区： 青藏高原高寒草原区	青海、西藏和四川阿 坝州	0.32	7.92	$m = 225.42 \times \exp(4.436\,8 \times I_{\text{NDVI},a})$
注 1: m 为每公顷鲜草质量,单位为千克(kg)。 注 2: $I_{\text{NDVI},a}$ 为年最大归一化植被指数。				

A.3 湿地实际植被净初级生产力

湿地实际植被净初级生产力按公式(A.3)计算:

$$N_3 = 1\,712.5 \times I_{\text{NDVI},a} + 112.38 \quad \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中:

N_3 ——湿地实际植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m^2);

$I_{\text{NDVI},a}$ ——年最大归一化植被指数。

A.4 实际植被覆盖度

实际植被覆盖度按公式(A.4)计算:

$$C = (I_{\text{NDVI}} - I_{\text{NDVI},\min}) / (I_{\text{NDVI},\max} - I_{\text{NDVI},\min}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

式中:

C ——实际植被覆盖度;

I_{NDVI} ——归一化植被指数;

$I_{\text{NDVI},\min}$ ——评价区归一化植被指数的最小值,取归一化植被指数累积频率 5% 的对应值;

$I_{\text{NDVI},\max}$ ——评价区归一化植被指数的最大值,取归一化植被指数累积频率 95% 的对应值。

附录 B

(规范性)

气候变化决定的实际植被净初级生产力和覆盖度计算方法

B.1 气候变化决定的实际植被净初级生产力

B.1.1 气候变化决定的实际植被净初级生产力按公式(B.1)计算:

$$N_{m,i+1} = \frac{N_{p,i+1}}{N_{p,i}} \times N_i \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

 $N_{m,i+1}$ ——第 $i+1$ 年气候变化决定的实际植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m^2); $N_{p,i+1}$ ——第 $i+1$ 年潜在植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m^2); $N_{p,i}$ ——第 i 年潜在植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m^2); N_i ——第 i 年实际植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m^2),按 A.1~A.3 的方法计算。B.1.2 潜在植被净初级生产力 $N_{p,i}$ 和 $N_{p,i+1}$ 分别根据第 i 年和第 $i+1$ 年的气候条件,按公式(B.2)计算:

$$N_p = K \times r^2 \times \frac{P \times (1+r+r^2)}{(1+r)(1+r^2)} \times \exp[-(9.87+6.25r)^{0.5}] \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

 N_p ——潜在植被净初级生产力,以碳计,单位为克每平方米(g/m^2); K ——单位转换系数,参考值为 50; r ——辐射干燥度,按公式(B.3)计算; P ——年降水量,单位为毫米(mm)。B.1.3 辐射干燥度(r)按公式(B.3)计算:

$$r = 0.629 + 0.237 E_r - 0.003 13 E_r^2 \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

 r ——辐射干燥度; E_r ——可能蒸散率。B.1.4 可能蒸散率(E_r)按公式(B.4)计算:

$$E_r = E_t/P = 58.93 T_b/P \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

 E_r ——可能蒸散率; E_t ——年可能蒸散量,单位为毫米(mm); P ——年降水量,单位为毫米(mm); T_b ——年平均生物温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。B.1.5 年平均生物温度(T_b)按公式(B.5)计算:

$$T_b = \sum T_d/365 \text{ 或 } T_b = \sum T_u/12 \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

 T_d ——小于 30°C 且大于 0°C 的日均温,大于 30°C 时取 30°C ,小于 0°C 时取 0°C ,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

T_u ——小于 30 ℃ 且大于 0 ℃ 的月均温,大于 30 ℃ 时取 30 ℃,小于 0 ℃ 时取 0 ℃,单位为摄氏度(℃)。

B.2 气候变化决定的实际植被覆盖度

B.2.1 气候变化决定的实际植被覆盖度按公式(B.6)计算:

$$C_{m,i+1} = \frac{C_{p,i+1}}{C_{p,i}} \times C_i \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

$C_{m,i+1}$ ——第 $i+1$ 年气候变化决定的实际植被覆盖度;

$C_{p,i+1}$ ——第 $i+1$ 年潜在植被覆盖度;

$C_{p,i}$ ——第 i 年潜在植被覆盖度;

C_i ——第 i 年实际植被覆盖度,按 A.4 的方法计算。

B.2.2 潜在植被覆盖度 $C_{p,i}$ 和 $C_{p,i+1}$ 分别根据第 i 年和第 $i+1$ 年的潜在归一化植被指数,按公式(B.7)计算:

$$C_p = \frac{I_{NDVI,p} - I_{NDVI,min}}{I_{NDVI,max} - I_{NDVI,min}} \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

C_p ——潜在植被覆盖度;

$I_{NDVI,p}$ ——潜在归一化植被指数;

$I_{NDVI,min}$ ——评价区归一化植被指数的最小值,取归一化植被指数累积频率 5% 的对应值;

$I_{NDVI,max}$ ——评价区归一化植被指数的最大值,取归一化植被指数累积频率 95% 的对应值。

B.2.3 潜在归一化植被指数($I_{NDVI,p}$)取一年中最大的月潜在归一化植被指数。月潜在归一化植被指数($I_{NDVI,c}$)按公式(B.8)计算:

$$I_{NDVI,c} = \frac{100 \times [1 - \exp(-0.6 L_c)] + 38}{250} \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

$I_{NDVI,c}$ ——月潜在归一化植被指数;

L_c ——月潜在叶面积指数。

B.2.4 月潜在叶面积指数(L_c)按公式(B.9)计算:

$$L_c = P_c / [(64.8D \times t_c \times G_{max}) / (1 + 0.67G_{max})] \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

L_c ——月潜在叶面积指数;

P_c ——月降水量,单位为毫米(mm);

D ——月均水汽摩尔分数亏损,单位为摩尔水汽每摩尔空气(mol/mol),按公式(B.10)计算;

t_c ——月均日照时间,单位为小时(h),按公式(B.14)计算;

G_{max} ——最大气孔导度,单位为摩尔每平米秒[mol/(m² · s)],森林、草原、荒漠和湿地的 G_{max} 取值参考值分别为:0.300 mol/(m² · s)、0.287 mol/(m² · s)、0.202 mol/(m² · s) 和 0.290 mol/(m² · s)。

B.2.5 月均水汽摩尔分数亏损(D)按公式(B.10)计算:

$$D = \frac{e_c - e_a}{e_0 - 0.378 e_a} \quad \dots\dots\dots (B.10)$$

式中:

D ——月均水汽摩尔分数亏损,单位为摩尔水汽每摩尔空气(mol/mol);

e_c ——月均饱和水汽压,单位为帕(Pa),按公式(B.11)计算;

e_a ——月均实际水汽压,单位为帕(Pa),按公式(B.12)计算;

e_0 ——月均大气压,单位为帕(Pa),按公式(B.13)计算。

B.2.6 月均饱和水汽压(e_c)按公式(B.11)计算:

$$e_c = 610.8 \times \exp\left(\frac{17.27 T_c}{T_c + 237.3}\right) \quad \dots\dots\dots (B.11)$$

式中:

e_c ——月均饱和水汽压,单位为帕(Pa);

T_c ——月均气温,单位为摄氏度(°C)。

B.2.7 月均实际水汽压(e_a)按公式(B.12)计算:

$$e_a = e_c \times R_c / 100 \quad \dots\dots\dots (B.12)$$

式中:

e_a ——月均实际水汽压,单位为帕(Pa);

e_c ——月均饱和水汽压,单位为帕(Pa);

R_c ——月均相对湿度,单位为%。

B.2.8 月均大气压(e_0)按公式(B.13)计算:

$$e_0 = 101.3 \times [(293 - 0.0065H)/293]^{5.26} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (B.13)$$

式中:

e_0 ——月均大气压,单位为帕(Pa);

H ——海拔高度,单位为米(m)。

B.2.9 月均日照时间(t_c)取该月每天日照时间之和的平均值。日照时间(t)按公式(B.14)计算:

$$t = \frac{24}{\pi} \times \omega \quad \dots\dots\dots (B.14)$$

式中:

t ——日照时间,单位为小时(h);

ω ——日落时角,单位为弧度(rad)。

B.2.10 日落时角(ω)按公式(B.15)计算:

$$\omega = \cos^{-1}[-\tan(\varphi) \times \tan(\delta)] \quad \dots\dots\dots (B.15)$$

式中:

ω ——日落时角,单位为弧度(rad);

φ ——纬度,单位为弧度(rad);

δ ——太阳磁偏角,单位为弧度(rad)。

B.2.11 太阳磁偏角(δ)按公式(B.16)计算:

$$\delta = 0.409 \sin\left(\frac{2\pi}{365}j - 1.39\right) \quad \dots\dots\dots (B.16)$$

式中:

δ ——太阳磁偏角,单位为弧度(rad);

j ——日序,取值为1到365或366,1月1日的日序为1。

参 考 文 献

- [1] GB/T 34815—2017 植被生态质量气象评价指数
 - [2] QX/T 284—2015 甘蔗长势卫星遥感评估技术规范
 - [3] 蒋蕊竹,李秀启,朱永安,等.基于 MODIS 黄河三角洲湿地 NPP 与 NDVI 相关性的时空变化特征[J].生态学报,2011,31(22):6708-6716.
 - [4] 徐斌,杨秀春,陶伟国,等.中国草原产草量遥感监测[J].生态学报,2007,27(2):405-413.
 - [5] 周广胜,张新时.自然植被净第一性生产力模型初探[J].植物生态学报,1995,19(3):193-200.
 - [6] Ji Y H, Zhou G S, Luo T X, et al., Variation of net primary productivity and its drivers in China's forests during 2000-2018[J].Forest Ecosystems,2020,7:15.
 - [7] Woodward F I, Smith T M. Global photosynthesis and stomatal conductance: modelling the controls by soil and climate[J].Advances in Botanical Research,1994,20:1-20.
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
植被生态质量的气候变化影响评价方法
GB/T 42961—2023

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 27 千字
2023年8月第一版 2023年8月第一次印刷

*

书号: 155066·1-73647 定价 26.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 42961—2023



码上扫一扫 正版服务到

