

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 34815—2017

---

## 植被生态质量气象评价指数

Meteorological evaluating index of vegetation ecological quality

2017-11-01 发布

2018-05-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布



## 目 次

前言 .....	Ⅲ
引言 .....	Ⅳ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 植被生态质量气象评价指数 .....	1
4.1 湿润指数 .....	1
4.2 <i>NPP</i> 指数(植被净第一性生产力指数) .....	2
附录 A (规范性附录) 潜在蒸散量计算方法 .....	3
附录 B (规范性附录) <i>NPP</i> 计算方法 .....	5
参考文献 .....	8



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国气象局提出。

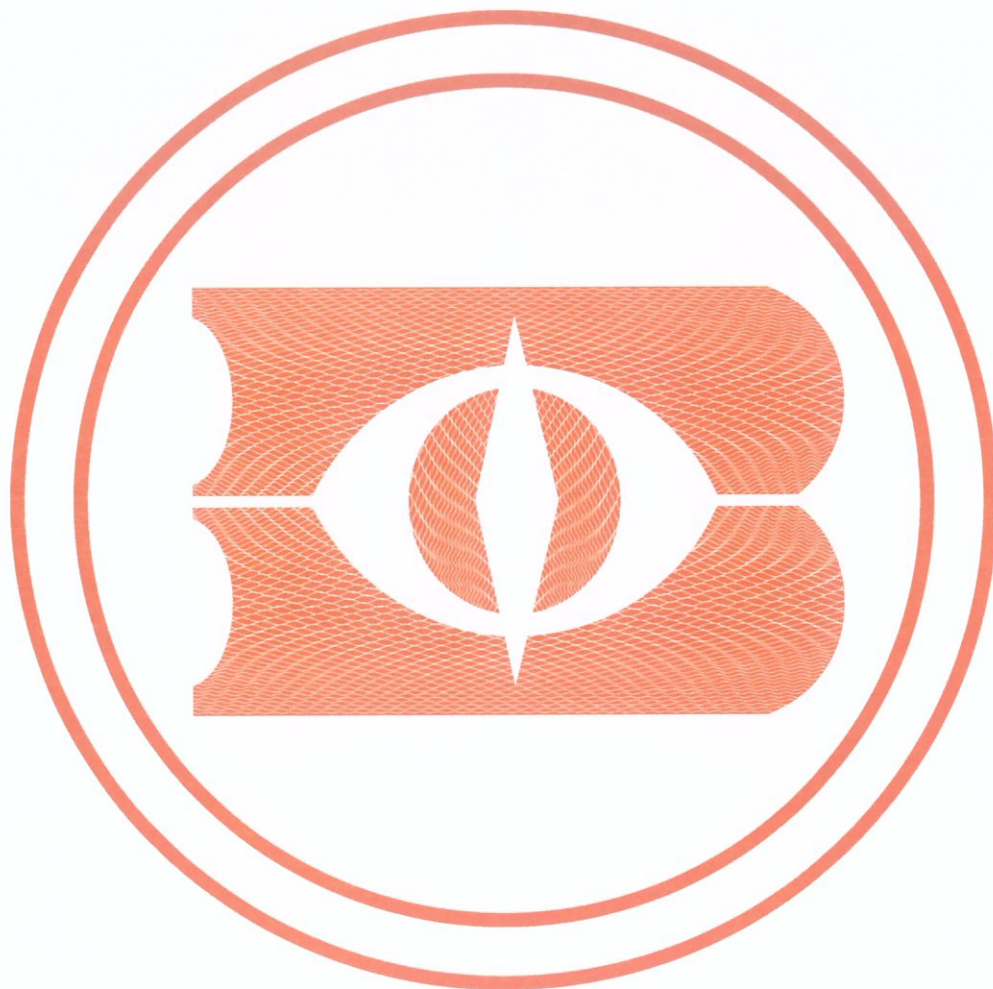
本标准由全国农业气象标准化技术委员会(SAC/TC 539)归口。

本标准起草单位:中国气象局沈阳大气环境研究所。

本标准主要起草人:王江山、张玉书、陈鹏狮、纪瑞鹏、于文颖、冯锐、武晋雯、米娜、张淑杰、蔡福、曹焉艳。

## 引 言

植被生态质量关系人类生存与发展。气象条件与植被相互影响,作用广泛。编制本标准的主要目的,是用气象指标评价某时段内气象条件对植被的影响,为开展生态综合评价提供科学依据。



# 植被生态质量气象评价指数

## 1 范围

本标准规定了植被生态质量气象评价指数及计算方法。  
本标准适用于评价气象条件对植被生态质量的影响。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 20481—2017 气象干旱等级

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

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

植被生长的茂盛程度,发挥生态系统服务功能的强弱。

### 3.2

**植被生态质量气象评价** **meteorological evaluation of vegetation ecological quality**

从气象条件引发的环境变化对植被生态质量的影响角度进行评价。

### 3.3

**湿润指数** **moisture index**

某时段的降水量与同时段内潜在蒸散量比值。

### 3.4

**植被净第一性生产力** **net primary productivity; NPP**

绿色植物在单位面积、单位时间内所累积的有机物数量,是由光合作用所产生的有机质总量中扣除自养呼吸后的剩余部分。

### 3.5

**NPP 指数** **net primary productivity index**

NPP 占评价区域内的历年平均 NPP 的比值。

## 4 植被生态质量气象评价指数

### 4.1 湿润指数

4.1.1 月湿润指数  $K_i$  采用式(1)计算:

$$K_i = r_i / ET_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$r_i$ ——月降水量,单位为毫米(mm);

$ET_i$ ——月潜在蒸散量,单位为毫米(mm),计算方法见附录 A。

4.1.2 年湿润指数  $K$  采用式(2)计算:

$$K = R_a / (\sum ET_i) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$R_a$ ——年降水量,单位为毫米(mm)。

当  $K < 1$  时,表示大气降水量少于植被生理过程需水量;

当  $K = 1$  时,表示该区域大气降水量与植被生理需水量达到平衡;

当  $K > 1$  时,表示大气降水量大于植被生理过程需水量,降水条件不成为当地植被生理需水的限制因子,如果  $K > 1$ ,则规定  $K = 1$ 。

#### 4.2 NPP 指数(植被净第一性生产力指数)

NPP 指数采用式(3)计算:

$$NPP \text{ 指数} = NPP_i / \overline{NPP} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$NPP_i$  ——评价区域评价年植被净第一性生产力;

$\overline{NPP}$  ——评价区域历年植被净第一性生产力(NPP)平均值,一般采用近 30 年平均值。

NPP 计算方法见附录 B。

当 NPP 指数  $< 1$  时,表示评价区域内评价年的植被净第一性生产力差于历年平均状况;

当 NPP 指数  $= 1$  时,表示评价区域内评价年的植被净第一性生产力与历年平均状况持平;

当 NPP 指数  $> 1$  时,表示评价区域内评价年的植被净第一性生产力好于历年平均状况。



附 录 A  
(规范性附录)  
潜在蒸散量计算方法

### A.1 潜在蒸散量的计算

本附录推荐三种方法计算潜在蒸散量,即桑斯维特模型(Thornthwaite)方法、动力学模型方法和FAO Penman-Monteith方法。FAO Penman-Monteith在我国比较流行,计算误差小,但需要的气象要素多;以流体力学为基础的动力学模型需要的气象要素相对较少;Thornthwaite方法计算相对简单,需要的气象要素少,Thornthwaite方法温度小于0时误差大,不可用。使用者根据资料条件选择合适的计算方法。

### A.2 FAO Penman-Monteith 方法

按式(A.1)~式(A.5)进行计算:

$$ET_i = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} \mu (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\mu)} \quad \text{..... (A.1)}$$

$$\Delta = \frac{4.098 \times \left[ 0.6108 \times \exp\left(\frac{17.27T}{T + 237.3}\right) \right]}{(T + 237.3)^2} \quad \text{..... (A.2)}$$

$$G = 0.07(T_{i+1} - T_{i-1}) \quad \text{..... (A.3)}$$

$$\gamma = 0.665 \times 10^{-3} p \quad \text{..... (A.4)}$$

$$\mu = 4.78 \times \mu_k / \ln(67.8h - 5.42) \quad \text{..... (A.5)}$$

式中:

$ET_i$  ——月潜在蒸散,单位为毫米(mm);

$i$  ——月份的编号;

$\Delta$  ——饱和水汽压-温度曲线斜率,单位为千帕每摄氏度(kPa/°C);

$R_n$  ——作物表面净辐射,计算方法见 GB/T 20481—2017,单位为兆焦每平方米(MJ/m<sup>2</sup>);

$G$  ——当月土壤热通量,单位为兆焦每平方米(MJ/m<sup>2</sup>);

$T_{i+1}$  ——后一个月平均气温,单位为摄氏度(°C);

$T_{i-1}$  ——前一个月平均气温,单位为摄氏度(°C);

$\gamma$  ——干湿表常数,单位为千帕每摄氏度(kPa/°C);

$p$  ——气压,单位为千帕(kPa);

$T$  ——月平均气温,单位为摄氏度(°C);

$\mu$  ——2 m 高处的风速,单位为米每秒(m/s);

$h$  ——高度,单位为米(m);

$\mu_k$  —— $h$  处的风速,单位为米每秒(m/s);

$e_s$  ——饱和水汽压,单位为千帕(kPa);

$e_a$  ——实际水汽压,单位为千帕(kPa)。

A.3 动力学模型方法

按式(A.6)计算:

$$ET_i = \frac{22d_i(1.6 + U_i^{1/2})W_{oi}(1 - h_i)}{(0.1p_i)^{1/2}(273.2 + t_i)^{1/4}} \dots\dots\dots(A.6)$$

式中:

- $ET_i$  ——月潜在蒸散,单位为毫米(mm);
- $i$  ——月份的编号;
- $p_i$  ——月平均气压,单位为千帕(kPa);
- $t_i$  ——平均气温,单位为摄氏度(°C);
- $d_i$  ——月的天数;
- $U_i$  ——10 m~12 m 高度处观测的月平均风速,单位为米每秒(m/s);
- $W_{oi}$  ——在温度为  $t_i$  时的饱和水汽压,单位为毫米汞柱(mmHg);
- $h_i$  ——月平均相对湿度。

注: 1 mmHg≈133.3 Pa。

饱和水汽压  $W_o$  的计算考虑两种情况,分别采用式(A.7)、式(A.8)计算。

当月平均温度  $0\text{ °C} < t \leq 30\text{ °C}$  时:

$$W_o = 1.369\ 4 \times 10^9 \exp\left(-\frac{5\ 328.9}{273.2 + t}\right) \dots\dots\dots(A.7)$$

当月平均温度  $-40\text{ °C} \leq t \leq 0\text{ °C}$  时:

$$W_o = 2.636\ 6 \times 10^{10} \exp\left(-\frac{6\ 139.8}{273.2 + t}\right) \dots\dots\dots(A.8)$$

A.4 桑斯维特模型方法

按式(A.9)~式(A.11)进行计算:

$$ET_i = \begin{cases} 0, T \leq 0 \\ 16K \left(\frac{10T}{I}\right)^a, 0 < T \leq 26.5 \\ a_1 + a_2 T + a_3 T^2, T > 26.5 \end{cases} \dots\dots\dots(A.9)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T_i}{5}\right)^{1.514} \dots\dots\dots(A.10)$$

$$a = 0.492\ 39 + 1.792 \times 10^{-2} I - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 6.75 \times 10^{-7} I^3 \dots\dots\dots(A.11)$$

式中:

- $ET_i$  ——月潜在蒸散,单位为毫米(mm);
- $i$  ——月份的编号;
- $K$  ——调整系数;
- $T$  ——月平均气温,单位为摄氏度(°C);
- $I$  ——12个月总和的热量指标;
- $a$  ——常数, $I$  的函数;
- $a_1, a_2, a_3$  ——常数,参考值  $a_1 = 4\ 158.547, a_2 = 322.441, a_3 = 4.325$ 。

附录 B  
(规范性附录)  
NPP 计算方法

B.1 NPP 的计算

本附录推荐三种方法计算 NPP，即综合模型是以与植被光合作用密切相关的蒸散为基础，综合考虑了诸因子的相互作用，Miami 模型只考虑温度和降水对自然植被影响，CASA 模型是基于光能利用率原理，利用遥感数据来估算 NPP。使用者根据资料条件选择合适的计算方法。

B.2 综合模型

植被净第一性生产力 NPP 采用式(B.1)计算：

$$NPP = RDI^2 \frac{r(1 + RDI + RDI^2)}{(1 + RDI)(1 + RDI^2)} \exp[-(a + bRDI)^{0.5}] \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

NPP —— 植被净第一性生产力，单位为吨干物质每公顷年[tDM/(hm<sup>2</sup>·a)]；

a、b —— 系数，参考值为：a=9.87, b=6.25；

RDI、PER、BT —— 分别采用式(B.2)、式(B.3)和式(B.4)计算。

$$RDI = (c + dPER - ePER^2)^2 \dots\dots\dots (B.2)$$

(c、d、e 为系数，参考值为：c=0.629, d=0.237, e=0.003 13)

$$PER = PET/r = BT \times f/r \dots\dots\dots (B.3)$$

(f 为系数，参考值为：f=58.93)

$$BT = \sum t/365 \text{ 或 } \sum T/12 \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

RDI —— 辐射干燥度；

PER —— 可能蒸散率；

PET —— 年可能蒸散量，单位为毫米(mm)；

BT —— 年平均生物温度，单位为摄氏度(℃)；

r —— 年降水量，单位为毫米(mm)；

t —— 小于 30℃且大于 0℃的日均温；

T —— 小于 30℃且大于 0℃的月均温。

B.3 Miami 模型

采用式(B.5)和式(B.6)计算：

$$NPP_T = \frac{3\ 000}{1 + e^{1.315 - 0.119T}} \dots\dots\dots (B.5)$$

$$NPP_R = 3\ 000(1 - e^{-0.000\ 664R}) \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

NPP<sub>T</sub> —— 以年平均温度估算的作物干物质产量，单位为克每平方米年[g/(m<sup>2</sup>·a)]；

- $NPP_R$  ——以年平均降水量估算的作物干物质产量,单位为克每平方米年 $[g/(m^2 \cdot a)]$ ;
- $T$  ——年平均温度,单位为摄氏度( $^{\circ}C$ );
- $R$  ——年平均降水量,单位为毫米(mm)。

根据最小因素定律,在选择气温和降水量计算所得的 2 个植被  $NPP$  中较低者即为某地自然植被的  $NPP$ 。

#### B.4 CASA 模型

按式(B.7)进行计算:

$$NPP(x, t) = APAR(x, t) \times \epsilon(x, t) \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

- $x$  ——空间位置;
- $t$  ——月;
- $NPP(x, t)$  ——像元  $x$  在  $t$  月  $NPP$  值,单位为克碳每平方米月 $[gC/(m^2 \cdot 月)]$ ;
- $APAR(x, t)$  ——像元  $x$  在  $t$  月光合有效辐射,单位为兆焦每平方米月 $[MJ/(m^2 \cdot 月)]$ ;
- $\epsilon(x, t)$  ——像元  $x$  在  $t$  月植被光能利用率,单位为克碳每兆焦 $(gC/MJ)$ 。
- $APAR(x, t)$  计算按式(B.8)~式(B.12):

$$APAR(x, t) = SOL(x, t) \times FPAR(x, t) \times k \dots\dots\dots (B.8)$$

$$FPAR(x, t) = \alpha FPAR(x, t)_{NDVI} + (1 - \alpha) FPAR(x, t)_{SR} \dots\dots\dots (B.9)$$

$$FPAR(x, t)_{NDVI} = \frac{NDVI(x, t) - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \times (FPAR_{NDVI, max} - FPAR_{NDVI, min}) + FPAR_{NDVI, min} \dots (B.10)$$

$$FPAR(x, t)_{SR} = \frac{SR(x, t) - SR_{min}}{SR_{max} - SR_{min}} \times (FPAR_{SR, max} - FPAR_{SR, min}) + FPAR_{SR, min} \dots (B.11)$$

$$SR(x, t) = \frac{1 + NDVI(x, t)}{1 - NDVI(x, t)} \dots\dots\dots (B.12)$$

式(B.8)~式(B.12)中:

- $APAR(x, t)$  ——像元  $x$  在  $t$  月光合有效辐射,单位为兆焦每平方米月 $[MJ/(m^2 \cdot 月)]$ ;
  - $SOL(x, t)$  ——像元  $x$  在  $t$  月的太阳总辐射量,单位为兆焦每平方米月 $[MJ/(m^2 \cdot 月)]$ ;
  - $FPAR(x, t)$  ——植被层对于入射光合有效辐射的吸收比例;
  - $k$  ——植被利用的太阳有效辐射占太阳总辐射的比例大小,  $k=0.5$ ;
  - $FPAR(x, t)_{NDVI}$  ——通过  $NDVI$  估算的  $FPAR$ ;
  - $FPAR(x, t)_{SR}$  ——通过  $SR$  估算的  $FPAR$ ;
  - $\alpha$  ——调整系数,  $\alpha=0.5$ ;
  - $NDVI(x, t)$  ——像元  $x$  在  $t$  月归一化植被指数值;
  - $NDVI_{max}$  —— $NDVI$  最大值;
  - $FPAR_{NDVI, max}$  —— $NDVI$  最大值对应的  $FPAR$ ;
  - $NDVI_{min}$  —— $NDVI$  最小值;
  - $FPAR_{NDVI, min}$  —— $NDVI$  最小值对应的  $FPAR$ ;
  - $SR(x, t)$  ——比值植被指数,  $SR_{min}$  为  $SR$  最小值;
  - $SR_{max}$  —— $SR$  最大值;
  - $FPAR_{SR, max}$  —— $SR$  指数计算时  $FPAR$  最大值,取 0.95;
  - $FPAR_{SR, min}$  —— $SR$  指数计算时  $FPAR$  最小值,取 0.001。
- $\epsilon(x, t)$  采用表 B.1 数据。

表 B.1 不同植被类型光利用率取值

植被类型	光能利用效率/(gC · MJ <sup>-1</sup> )
常绿针叶林	0.389
常绿阔叶林	0.985
落叶针叶林	0.485
落叶阔叶林	0.692
混交林	0.768
灌丛	0.429
草地	0.542
湿地	0.542
耕地	0.542
城市和建设用地	0.542
冰雪	0.542
裸地或极稀疏植被	0.542

参 考 文 献

- [1] 刘多森,汪枳生.可能蒸散量动力学模型的改进及其对辨识土壤水分状况的意义.土壤学报,1996,33(1):21-27.
- [2] Allen R G,Pereira L S,Raes D,etal.Crop evapo transpiration guidelines for computing crop water requirements.FAO Irrigation & Drainge Paper 56.FAO,1998.
- [3] 高歌,陈德亮,任国玉,等.1956~2000年中国潜在蒸散量变化趋势.地理研究,2006,25(3):378-387.
- [4] 有德宝,王建林,吕明强,等.基于 Penman-Monteith 法的黑河流域玉米农田蒸散特征研究.华北农学报,2015,30(增刊):139-145.
- [5] 蒲金涌,王润元,王鹤龄,等.甘肃陇东黄土高原陆面实际蒸散测算方法比较研究.土壤通报,2014,45(1):32-38.
- [6] 宋多魁,于美荣.桑斯维特水分平衡计算方法公式化的探讨.广西气象,1992,13(2):38-43.
- [7] 马柱国,符淙斌.中国北方干旱区地表湿润状况的趋势分析.气象学报,2001,59(6):737-746.
- [8] 何炎红,田有亮,郭连生.乌兰布和沙漠可能蒸散的研究.干旱气象,2007,25(2):60-66.
- [9] 赵福年,赵铭,王莺,等.石羊河流域 1960~2009 年参考蒸散量与蒸发皿蒸发量变化特征.干旱气象,2014,32(4):560-568.
- [10] 张新时.植被的 PE(可能蒸散)指标与植被—气候分类(二)—几种主要方法与 PEP 程序介绍.植物生态学与地植物学学报,1989,13(3):197-207.
- [11] 周广胜,张新时.自然植被净第一性生产力模型初探.植物生态学报,1995,19(3):193-200.
- [12] 周广胜,郑元润,陈四清.自然植被净第一性生产力模型及其应用.林业科学,1998,34(5):2-11.
- [13] 刘洪杰. Miami 模型的生态学应用.生态科学,1997,16(1):52-55.
- [14] Lieth H.Modeling the primary productivity of the world. Nature and Resources,1972,8(2):5-10.
- [15] 秦瑞,周瑞伍,彭明春,王崇云,彭泽瑜.CASA 模型在金沙江流域(云南部分)NPP 研究中的应用.2014,32(6):698-705.
- [16] 王连喜,李萌萌,李琪,许小路.基于 CASA 模型的陕西省 NPP 遥感估算.西部林业科学,2015,44(2):74-79.
- [17] 杜红.基于 CASA 模型的呼伦贝尔地区 NPP 估算研究.硕士学位论文.2009 年.
- [18] 李萌萌.基于 CASA 模型的陕西省 NPP 反演及其与气象因子的关系.硕士学位论文.2015.
- [19] 朱文泉,潘耀忠,何浩,于德永,扈海波.中国典型植被最大光利用率模拟.科学通报,2006,51(6):700-706.



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
植 被 生 态 质 量 气 象 评 价 指 数  
GB/T 34815—2017

\*

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](http://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

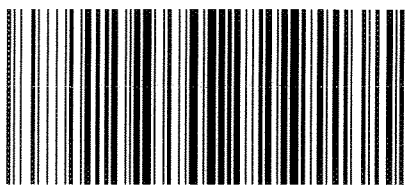
\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 18 千字  
2017年11月第一版 2017年11月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-56553 定价 18.00 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 34815-2017