



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 494—2019

陆地植被气象与生态质量监测评价等级

Grade of monitoring and evaluating for terrestrial vegetation meteorology and
ecological quality

行业标准信息服务平台

2019-09-18 发布

2019-12-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 术语和定义 1

3 监测评价方法和等级 1

附录 A(规范性附录) 陆地植被生长气象条件指数计算方法 7

附录 B(规范性附录) 陆地植被覆盖度估测方法 9

附录 C(规范性附录) 陆地植被净初级生产力估测方法 10

附录 D(规范性附录) 陆地植被生态质量指数计算方法 11

参考文献 12

行业标准信息平台

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国农业气象标准化技术委员会(SAC/TC 539)提出并归口。

本标准起草单位:国家气象中心、广西壮族自治区气象局、江西省气象局。

本标准主要起草人:钱拴、曹云、延昊、吴门新、程路、徐玲玲、薛红喜、杨鑫、王怀清。

行业标准信息平台

陆地植被气象与生态质量监测评价等级

1 范围

本标准规定了陆地植被生长气象条件和植被覆盖度、植被净初级生产力、植被生态质量的监测评价方法及等级。

本标准适用于全年或生长季陆地植被生长气象条件和植被生态质量的监测评价。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

陆地植被生长气象条件 meteorological condition of terrestrial vegetation growth

影响陆地植被生长的热量、水分、日照等气象因子的状况。

2.2

陆地植被生长气象条件指数 meteorological condition index of terrestrial vegetation growth

以光、温、水等气象因子计算的反映气象条件对陆地植被生长有利程度的定量数值。

2.3

归一化差值植被指数 normalized difference vegetation index; NDVI

近红外、红光两个波段的反射率之差除以二者之和。

[GB/T 34814—2017, 定义 2.10]

2.4

植被覆盖度 vegetation coverage

植被的冠层垂直投影面积占对应地表面积的百分比。

注: 改写 QX/T 183—2013, 定义 3.4。

2.5

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

单位面积植被在某一时间内通过光合作用固定的有机物质减去自养呼吸消耗后剩余的有机物质总量。

注: 以碳(C)计, 单位为克每平方米(g/m^2)。

2.6

陆地植被生态质量指数 ecological quality index of terrestrial vegetation

基于陆地植被净初级生产力和覆盖度的能够反映陆地生态系统植被功能和覆盖状况的定量数值。

注: 其大小主要反映植被生态质量的高低, 数值越大表明植被生态质量越好。

3 监测评价方法和等级

3.1 监测评价内容

监测评价内容包括陆地植被生长气象条件和植被净初级生产力、植被覆盖度、植被生态质量四部分。

3.2 陆地植被生长气象条件

3.2.1 热量条件

陆地植被生长热量条件以全年或生长季活动积温的距平百分率表示,计算方法见式(1):

$$\Delta T = (\sum_{j=1}^n t_j - \bar{T}) / \bar{T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

ΔT ——全年或生长季日平均气温大于或等于 0℃ 积温的距平百分率;

n ——该时段参与计算的日平均气温大于或等于 0℃ 的日数;

j ——该时段参与计算的日平均气温大于或等于 0℃ 的日序;

t_j ——该时段第 j 日的平均气温,单位为摄氏度(℃);

\bar{T} ——该时段日平均气温大于或等于 0℃ 积温的常年(对陆地植被,为 10 年或 10 年以上)平均值,单位为摄氏度日(℃·d)。

陆地植被生长热量条件年际对比监测评价等级见表 1。

表 1 陆地植被生长热量条件年际对比监测评价等级

全年或生长季日平均气温大于或等于 0℃ 积温距平百分率(ΔT)	监测评价等级
$\Delta T \geq 10\%$	很好
$5\% \leq \Delta T < 10\%$	好
$0 \leq \Delta T < 5\%$	正常偏好
$-5\% \leq \Delta T < 0$	正常偏差
$-10\% \leq \Delta T < -5\%$	差
$\Delta T < -10\%$	很差

3.2.2 水分条件

陆地植被生长水分条件以全年或生长季累计降水量的距平百分率表示,计算方法见式(2):

$$\Delta P = (\sum_{j=1}^n p_j - \bar{P}) / \bar{P} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

ΔP ——全年或生长季累计降水量的距平百分率;

n ——该时段日数;

j ——该时段内日序;

p_j ——该时段第 j 日的降水量,单位为毫米(mm);

\bar{P} ——该时段降水量的常年(对陆地植被,为 10 年或 10 年以上)平均值,单位为毫米(mm)。

陆地植被生长水分条件年际对比监测评价等级见表 2。

表 2 陆地植被生长水分条件年际对比监测评价等级

全年或生长季累计降水量距平百分率(ΔP)	监测评价等级
$\Delta P \geq 50\%$	很好
$25\% \leq \Delta P < 50\%$	好

表2 陆地植被生长水分条件年际对比监测评价等级(续)

全年或生长季累计降水量距平百分率(ΔP)	监测评价等级
$0 \leq \Delta P < 25\%$	正常偏好
$-25\% \leq \Delta P < 0$	正常偏差
$-50\% \leq \Delta P < -25\%$	差
$\Delta P < -50\%$	很差

3.2.3 日照条件

陆地植被生长日照条件以全年或生长季累计日照时数的距平百分率表示,计算方法见式(3):

$$\Delta S = (\sum_{j=1}^n s_j - \bar{S}) / \bar{S} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ΔS ——全年或生长季累计日照时数的距平百分率;

n ——该时段日数;

j ——该时段内日序;

s_j ——该时段第 j 日的日照时数,单位为小时(h);

\bar{S} ——该时段日照时数的常年(对陆地植被,为10年或10年以上)平均值,单位为小时(h)。

陆地植被生长日照条件年际对比监测评价等级见表3。

表3 陆地植被生长日照条件年际对比监测评价等级

全年或生长季累计日照时数距平百分率(ΔS)	监测评价等级
$\Delta S \geq 20\%$	很好
$10\% \leq \Delta S < 20\%$	好
$0 \leq \Delta S < 10\%$	正常偏好
$-10\% \leq \Delta S < 0$	正常偏差
$-20\% \leq \Delta S < -10\%$	差
$\Delta S < -20\%$	很差

3.2.4 综合气象条件

综合气象条件以陆地植被生长气象条件指数(I)来衡量,计算方法见附录A,监测评价等级见表4。

表4 陆地植被生长气象条件监测评价等级

陆地植被生长气象条件指数(I)	监测评价等级
$I = 1.0$	有利
$0.9 \leq I < 1.0$	较有利
$0.7 \leq I < 0.9$	基本有利
$0.6 \leq I < 0.7$	基本不利
$0.5 \leq I < 0.6$	较不利
$I < 0.5$	不利

陆地植被生长气象条件年际对比监测评价计算方法见式(4):

$$\Delta I = I - \bar{I} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

ΔI ——全年或生长季陆地植被生长气象条件指数与常年(对陆地植被,为10年或10年以上)同期的差值;

I ——该时段陆地植被生长气象条件指数;

\bar{I} ——该时段植被生长气象条件指数的常年(对陆地植被,为10年或10年以上)平均值。

陆地植被生长气象条件年际对比监测评价等级见表5。

表5 陆地植被生长气象条件年际对比监测评价等级

陆地植被生长气象条件指数与常年差值(ΔI)	监测评价等级
$\Delta I \geq 0.2$	很好
$0.1 \leq \Delta I < 0.2$	好
$0 \leq \Delta I < 0.1$	正常偏好
$-0.1 \leq \Delta I < 0$	正常偏差
$-0.2 \leq \Delta I < -0.1$	差
$\Delta I < -0.2$	很差

3.3 陆地植被覆盖度

陆地植被覆盖度估测方法见附录B,监测评价等级见表6。

表6 陆地植被覆盖度监测评价等级

全年或生长季平均陆地植被覆盖度(C)	监测评价等级
$C \geq 80\%$	高覆盖
$60\% \leq C < 80\%$	较高覆盖
$40\% \leq C < 60\%$	中覆盖
$20\% \leq C < 40\%$	较低覆盖
$5\% \leq C < 20\%$	低覆盖
$C < 5\%$	极低覆盖

植被覆盖度年际对比计算方法见式(5):

$$\Delta C = C - \bar{C} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

ΔC ——全年或生长季平均陆地植被覆盖度的平均值与常年(对陆地植被,为10年或10年以上)同期植被覆盖度平均值的差值;

C ——该时段陆地植被覆盖度的平均值;

\bar{C} ——常年(对陆地植被,为10年或10年以上)同期陆地植被覆盖度的平均值。

陆地植被覆盖度年际对比监测评价等级见表7。

表 7 陆地植被覆盖度年际对比监测评价等级

全年或生长季平均陆地植被覆盖度与常年差值(ΔC)	监测评价等级
$\Delta C \geq 10\%$	明显增加
$3\% \leq \Delta C < 10\%$	增加
$0 \leq \Delta C < 3\%$	持平偏增
$-3\% \leq \Delta C < 0$	持平偏减
$-10\% \leq \Delta C < -3\%$	减少
$\Delta C < -10\%$	明显减少

3.4 陆地植被净初级生产力

陆地植被净初级生产力估测方法见附录 C, 监测评价等级见表 8。

表 8 陆地植被净初级生产力监测评价等级

全年或生长季陆地植被净初级生产力(NPP) g/m^2	监测评价等级
$NPP \geq 1000$	很高
$800 \leq NPP < 1000$	高
$600 \leq NPP < 800$	较高
$400 \leq NPP < 600$	较低
$100 \leq NPP < 400$	低
$NPP < 100$	很低

陆地植被净初级生产力年际对比计算方法见式(6):

$$\Delta NPP = (NPP - \overline{NPP}) / \overline{NPP} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

ΔNPP —— 全年或生长季植被净初级生产力距平百分率;

NPP —— 该时段植被净初级生产力, 以碳(C)计, 单位为克每平方米(g/m^2);

\overline{NPP} —— 常年(对陆地植被, 为 10 年或 10 年以上)同期植被净初级生产力的平均值, 以碳(C)计, 单位为克每平方米(g/m^2)。

陆地植被净初级生产力年际对比监测评价等级见表 9。

表 9 陆地植被净初级生产力年际对比监测评价等级

全年或生长季陆地植被净初级生产力距平百分率(ΔNPP)	监测评价等级
$\Delta NPP \geq 10\%$	明显增加
$3\% \leq \Delta NPP < 10\%$	增加
$0 \leq \Delta NPP < 3\%$	持平偏增
$-3\% \leq \Delta NPP < 0$	持平偏减
$-10\% \leq \Delta NPP < -3\%$	减少
$\Delta NPP < -10\%$	明显减少

3.5 陆地植被生态质量

陆地植被生态质量指数计算方法见附录 D, 监测评价等级见表 10。

表 10 陆地植被生态质量监测评价等级

全年或生长季陆地植被生态质量指数(Q)	监测评价等级
$Q \geq 80$	优
$60 \leq Q < 80$	良
$50 \leq Q < 60$	中等偏好
$40 \leq Q < 50$	中等偏差
$20 \leq Q < 40$	差
$Q < 20$	很差

陆地植被生态质量年际对比以全年或生长季陆地植被生态质量指数的距平百分率表示, 计算方法见式(7):

$$\Delta Q = (Q - \bar{Q}) / \bar{Q} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

ΔQ —— 全年或生长季陆地植被生态质量指数的距平百分率;

Q —— 该时段同期陆地植被生态质量指数;

\bar{Q} —— 常年(对陆地植被, 为 10 年或 10 年以上)同期陆地植被生态质量指数的平均值。

陆地植被生态质量年际对比监测评价等级见表 11。

表 11 陆地植被生态质量年际对比监测评价等级

全年或生长季陆地植被生态质量指数距平百分率(ΔQ)	监测评价等级
$\Delta Q \geq 10\%$	很好
$3\% \leq \Delta Q < 10\%$	较好
$0 \leq \Delta Q < 3\%$	持平偏好
$-3\% \leq \Delta Q < 0$	持平偏差
$-10\% \leq \Delta Q < -3\%$	较差
$\Delta Q < -10\%$	很差

附 录 A
(规范性附录)

陆地植被生长气象条件指数计算方法

陆地植被生长气象条件指数计算方法见式(A.1):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{N} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

I —— 全年或生长季陆地植被生长气象条件指数;

N —— 该时段包含的旬数;

i —— 该时段内旬序;

I_i —— 该时段第 i 旬陆地植被生长气象条件指数,采用李比西最小因子定律,计算方法见式(A.2):

$$I_i = \min(I_{p,i}, I_{t,i}, I_{s,i}) \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$I_{p,i}$ —— 该时段第 i 旬陆地植被生长水分条件指数;

$I_{t,i}$ —— 该时段第 i 旬陆地植被生长热量条件指数;

$I_{s,i}$ —— 该时段第 i 旬陆地植被生长日照条件指数。

其中, $I_{p,i}$ 计算方法见式(A.3):

$$I_{p,i} = \begin{cases} 1 & p_i \geq \bar{p}_i \\ \frac{1}{1 + 4 \left(1 - \frac{p_i}{\bar{p}_i}\right)^2} & 0 \leq p_i < \bar{p}_i \end{cases} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

p_i —— 该时段第 i 旬降水量,单位为毫米(mm);

\bar{p}_i —— 该时段第 i 旬降水量的常年值(对陆地植被,为10年或10年以上历年第 i 旬降水量的平均值),单位为毫米(mm)。

$I_{t,i}$ 计算方法见式(A.4):

$$I_{t,i} = \begin{cases} 1 & t_i \geq \bar{t}_i + 2.0 \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{\bar{t}_i - t_i + 2}{t_{\min,i}}\right)^2} & 0 \leq t_i < \bar{t}_i + 2.0 \\ 0 & t_i < 0 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

t_i —— 该时段第 i 旬平均气温,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

\bar{t}_i —— 该时段第 i 旬平均气温的常年值(对陆地植被,为10年或10年以上历年第 i 旬平均气温的平均值),单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

$t_{\min,i}$ —— 该时段第 i 旬历年旬平均气温的最小值,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

其中, $t_{\min,i}$ 计算方法见式(A.5):

$$t_{\min,i} = \begin{cases} \min(t_{i,1}, t_{i,2}, t_{i,3}, \dots, t_{i,N}) & t_{\min,i} > 3.0 \\ 3 & t_{\min,i} \leq 3.0 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

$t_{i,1}, t_{i,2}, t_{i,3}, \dots, t_{i,N}$ ——该时段第 i 旬历史第 1 年至第 N 年(对陆地植被, $N \geq 10$)的历年旬平均气温,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

$I_{s,i}$ 计算方法见式(A.6):

$$I_{s,i} = \begin{cases} 1 & s_i \geq \bar{s}_i \\ \frac{1}{1 + [(\bar{s}_i - s_i)/s_{\min,i}]^2} & 0 \leq s_i < \bar{s}_i \end{cases} \dots\dots\dots (\text{A.6})$$

式中:

s_i ——该时段第 i 旬日照时数,单位为小时(h);

\bar{s}_i ——该时段第 i 旬日照时数的常年值(对陆地植被,为 10 年或 10 年以上历年第 i 旬日照时数的平均值),单位为小时(h);

$s_{\min,i}$ ——该时段第 i 旬日照时数的历年最小值,单位为小时(h)。

附录 B

(规范性附录)

陆地植被覆盖度估测方法

以 NOAA/AVHRR、EOS/MODIS、FY-3/MERSI 等卫星归一化差值植被指数 (NDVI) 为基础, 估测陆地植被覆盖度。

月植被覆盖度估测方法见式 (B. 1):

$$C_k = \frac{V_k - V_{\text{soil}}}{V_{\text{max}} - V_{\text{soil}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{B. 1})$$

式中:

C_k —— 全年或生长季第 k 月陆地植被覆盖度;

V_k —— 该时段第 k 月的 NDVI;

V_{soil} —— 像元为纯土壤时的 NDVI, 根据我国陆地特点推荐 $V_{\text{soil}} = 0.05$;

V_{max} —— 像元为全植被覆盖下的 NDVI, 根据我国陆地特点推荐 $V_{\text{max}} = 0.95$ 。

全年或生长季平均陆地植被覆盖度计算方法见式 (B. 2):

$$C = \frac{\sum_{k=1}^K C_k}{K} \quad \dots\dots\dots (\text{B. 2})$$

式中:

C —— 全年或生长季平均陆地植被覆盖度;

C_k —— 该时段第 k 月陆地植被覆盖度;

K —— 该时段包含的月数;

k —— 该时段月序。

行业标准信息平台

附录 C

(规范性附录)

陆地植被净初级生产力估测方法

基于陆地植被光能利用原理,利用 NDVI 和地面气象资料,估测月度陆地植被净初级生产力,见式(C.1):

$$NPP_k = \epsilon \times \sigma \times FPAR \times PAR \times (1 - R_{\text{grow}}) \times (1 - R_{\text{maint}}) \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- NPP_k ——全年或生长季第 k 月陆地植被净初级生产力,以碳(C)计,单位为克每平方米(g/m^2);
- ϵ ——陆地植被所吸收的光合有效辐射转化为有机物的转化率,即光能转化率,以碳(C)计,单位为克每兆焦(g/MJ);
- σ ——影响光能转化率的因子,反映温度、水分等因子对光合作用的影响;
- $FPAR$ ——陆地植被吸收光合有效辐射的比例;
- PAR ——陆地植被所利用的光合有效辐射,单位为兆焦每平方米(MJ/m^2);
- R_{grow} ——陆地植被生长呼吸消耗系数;
- R_{maint} ——陆地植被维持呼吸消耗系数。

全年或生长季陆地植被净初级生产力计算方法见式(C.2):

$$NPP = \sum_{k=1}^K NPP_k \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- NPP ——全年或生长季陆地植被净初级生产力,以碳(C)计,单位为克每平方米(g/m^2);
- NPP_k ——该时段第 k 月陆地植被净初级生产力,以碳(C)计,单位为克每平方米(g/m^2);
- K ——该时段包含的月数;
- k ——该时段月序。

附 录 D
(规范性附录)

陆地植被生态质量指数计算方法

陆地植被生态质量指数计算方法见式(D.1):

$$Q = 100 \times \left(f_1 \times C + f_2 \times \frac{NPP}{NPP_{\max}} \right) \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- Q —— 全年或生长季陆地植被生态质量指数;
- f_1 —— 陆地植被覆盖度的权重系数(根据区域及其植被类型进行调整,全国取 0.5);
- C —— 该时段平均陆地植被覆盖度,估测方法见附录 B;
- f_2 —— 陆地植被净初级生产力的权重系数(根据区域及其植被类型进行调整,全国取 0.5);
- NPP —— 该时段陆地植被净初级生产力,估测方法见附录 C;
- NPP_{\max} —— 该时段历年同期陆地植被净初级生产力的最大值,即当地最好气象条件下的陆地植被净初级生产力,进行植被生态质量的空间对比时, NPP_{\max} 为该空间区域范围内最好气象条件下的陆地植被净初级生产力。

行业标准信息服务平台

参 考 文 献

- [1] GB/T 34814—2017 草地气象监测评价方法
- [2] GB/T 34815—2017 植被生态质量气象评价指数
- [3] QX/T 183—2013 北方草原干旱评估技术规范
- [4] QX/T 200—2013 生态气象术语
- [5] 方精云,柯金虎,唐志尧,等. 生物生产力的“4P”概念、估算及其相互关系[J]. 植物生态学报, 2001,25(4): 414-419
- [6] 陈利军,刘高焕,励惠国. 中国植被净第一性生产力遥感动态监测[J]. 遥感学报,2002,6(2): 129-135
- [7] 钱拴,毛留喜,张艳红. 中国天然草地植被生长气象条件评价模型[J]. 生态学杂志,2007,26(9):1499-1504
- [8] 朱文泉,潘耀忠,张锦水. 中国陆地植被净初级生产力遥感估算[J]. 植物生态学报,2007,31(3):413-424
- [9] 程红芳,章文波,陈锋. 植被覆盖度遥感估算方法研究进展[J]. 国土资源遥感,2008,75(1): 13-18
- [10] 侯英雨,毛留喜,李朝生,等. 中国植被净初级生产力变化的时空格局[J]. 生态学杂志,2008, 27(9):1455-1460
- [11] Lieth H. Modeling the primary productivity of the world[J]. Nature and Resources,1972, 8(2): 5-10
- [12] Yan H, Wang S Q, Billesbach B, et al. Improved global simulations of gross primary product based on a new definition of water stress factor and a separate treatment of C₃ and C₄ plants [J]. Ecological Modelling,2015(297): 42-59

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
陆地植被气象与生态质量监测评价等级
QX/T 494—2019

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1.25 字数:37.5千字
2019年9月第一版 2019年9月第一次印刷

*

书号:135029-6069 定价:18.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301