



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

土地荒漠化监测方法

Land desertification monitoring method

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(送审讨论稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 监测指标	2
5 监测内容	2
6 气象要素监测	2
7 湿润度指数监测	3
8 植被覆盖度监测	3
9 植被生产力监测	4
附 录 A （规范性） 潜在蒸散量的计算方法	6
附 录 B （规范性） 净初级生产力 NPP 计算方法	8
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。

本文件代替GB/T 20483—2006《土地荒漠化监测方法》，与GB/T 20483—2006相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 删除了荒漠化监测的常用设备（见2006年版4.3）；
- b) 增加了湿润度指数的干旱等级（见第7章），更改了湿润度指数的计算方法（见第7.1）；
- c) 删除了地下水位的统计和人类活动的统计（见2006年版5.4、5.5）；
- d) 更改了卫星影像数据源、图像处理软件和处理过程（见8.3.1、8.3.2、8.3.3、8.3.4，2006年版的6.2.2）；
- e) 增加了卫星遥感对荒漠化监测的NDVI、EVI、NPP等关键要素指标及方法（见9.1、9.2、9.3、9.4）；
- f) 在附录中增加了Penman-Monteith计算潜在蒸散量方法、CASA模型计算NPP的方法（见附录A、附录B）。

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。

本文件由全国气候与气候变化标准化技术委员会（SAC/TC 540）归口。

本文件起草单位：国家气候中心、中国科学院空天信息创新研究院、兰州资源环境职业技术大学、新疆维吾尔自治区气象局、陕西省气象局。

本文件主要起草人：肖风劲、刘秋锋，王杰、廖要明、秦云、张调风、王蕾、王慧、王钊。

本文件于2006年首次发布，本次为第一次修订。

土地荒漠化监测方法

1 范围

本文件规定了土地荒漠化的监测指标、内容，描述了土地荒漠化监测、气候变化对荒漠化影响评估的技术方法。

本文件适用于土地荒漠化监测（以下简称“监测”）的评估、科研、业务和服务工作。

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 20480—2017 沙尘天气等级
- GB/T 20481—2019 气象干旱等级
- GB/T 24255—2009 沙化土地监测技术规程
- GB/T 35223 地面气象观测规范 气象能见度
- GB/T 35226 地面气象观测规范 空气温度和湿度
- GB/T 35227 地面气象观测规范 风向和风速
- GB/T 35228 地面气象观测规定 降水量
- GB/T 35230 地面气象观测规定 蒸发

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

荒漠 desert

气候干燥、降水稀少、植被稀疏低矮、土地贫瘠的自然地带。

3.2

土地退化 land degradation

土地生物生产力或经济生产力和多样性降低或丧失。

3.3

荒漠化 desertification

由于气候变化和人类活动等因素所造成的干旱、半干旱和半湿润地区的土地退化现象。

3.4

沙尘暴 sandstorm

强风将地面尘沙吹起使空气很混浊、水平能见度小于1 km的天气现象。

3.5

干燥度指数 aridity index

年潜在蒸散量与年降水量的比值。

3.6

湿润度指数 moisture index

年降水量与年潜在蒸散量的比值。

注：与湿润指数互为倒数关系。

3.7

蒸散量 evapotranspiration

土壤蒸发和植被蒸腾的总耗水量。

3.8

植被生产力 vegetation productivity

单位面积土地的植被在整个生育过程中累积的有机物质总量。

注：包括根、茎、叶、花、果实的干重。

3.9

归一化植被指数 normalized difference vegetation index

根据植被的光谱特性，近红外波段的反射值与红光波段的反射值之差比上两者之和，用以度量地表植被状况。

3.10

植被覆盖度 vegetation coverage

单位面积范围内植物地上部分垂直投影面积占总面积的百分比。

3.11

净初级生产力 net primary productivity

单位面积、单位时间内所积累的、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。

4 监测指标

应以湿润指数为一级指标，植被覆盖度为二级指标，植被生产力为三级指标。【后面没有体现这个层级，好像这个与后面的规定没关系】

5 监测内容

应包括气候因子监测、天气现象监测、土壤要素监测、干燥度指数监测、植被覆盖度监测和植被生产力监测。

6 气象要素监测

6.1 常规气象要素监测

应包括下列要素：

- a) 温度：符合 GB/T 35226—2017 中 5.3 的规定；
- b) 降水：符合 GB/T 35228—2017 中 5.1.2 的规定；
- c) 空气湿度：GB/T 35226—2017；中 10.2 的规定；
- d) 风：GB/T 35227—2017）、气压（GB/T 35225—2017）、蒸散量（GB/T 35230—2017）、辐射（GB/T 35231—2017）、日照时数（GB/T 35232—2017）、能见度（GB/T 35223—2017）、土壤湿度（QX/T75—2007）、土壤温度（GB/T 35233—2017）、土壤湿度（GB/T 33705—2017）的规定。

6.2 沙尘天气监测

按GB/T 20480—2017中3.2 由出现沙尘暴时的能见度，并参考风力大小，划分为五个等级：

- a) 浮尘：无风或风力小于等于3级，沙粒和尘土漂浮在空气中使空气变得浑浊，能见度：小于10km。
- b) 扬沙：风将地面沙粒和尘土吹起使空气相当浑浊，能见度1 km~10 km；
- c) 沙尘暴：风将地面沙粒和尘土吹起使空气很浑浊，能见度：0.5 km~1.0 km；
- d) 强沙尘暴：风将地面沙粒和尘土吹起使空气非常浑浊，能见度：0.05 km~0.5 km；
- e) 特强沙尘暴：风将地面沙粒和尘土吹起使空气非常浑浊，能见度：小于0.05 km。

7 湿润度指数监测

7.1 湿润度指数的计算

湿润度指数M是用于表征某时段降水量与蒸散量之间平衡状况的指标之一，反映区域干湿状况的指标，适用于年及年际的干旱状况与趋势的监测。湿润度指数应按公式（1）计算：

$$M = R/E_p \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M ——湿润度指数；

E_p ——潜在蒸散量，单位毫米（mm），按附录A计算；

R ——降水量，单位为毫米（mm）。

7.2 湿润度指数干燥度等级

依据湿润度指数，按表1的规定划分干燥度等级。监测宜以荒漠化气候类型界线确定的范围为监测区，针对近30年（如：1991年~2020年）湿润度指数小于0.65的地区。

表1 湿润度指数干燥度等级划分表

等级	类型	湿润度指数 (M)
1	极端干旱区	$M \leq 0.05$
2	干旱区	$0.05 < M \leq 0.20$
3	半干旱区	$0.21 < M \leq 0.5$
4	亚湿润干旱区	$0.51 < M \leq 0.65$
5	湿润区	$0.65 < M$

8 植被覆盖度监测

8.1 卫星影像分辨率

荒漠化植被覆盖度监测宜采用卫星遥感MODIS、Landsat、SPOT以及资源卫星、高分卫星等中高分辨率卫星资料，根据监测范围的不同选择不同分辨率卫星资料；荒漠化年际动态遥感监测应选择具有较好均一性的长时间序列卫星资料。

8.2 归一化植被指数

归一化植被指数按公式（2）计算：

$$I_{NDVI} = \frac{R_{NIR} - R_R}{R_{NIR} + R_R} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

I_{NDVI} ——归一化植被指数；

R_{NIR} ——近红外波段的反射率；

R_R ——红光波段反射率。

8.3 植被覆盖度

植被覆盖度按公式（3）计算：

$$C = (I_{NDVI} - I_{NDVI,min}) / (I_{NDVI,max} - I_{NDVI,min}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

C ——植被覆盖度；

I_{NDVI} ——归一化植被指数；

$I_{NDVI,min}$ ——归一化植被指数最小值，裸土或无植被覆盖区域的像元值；

$I_{NDVI,max}$ ——归一化植被指数的最大值，纯植被像元的像元值。

8.4 荒漠化程度等级

荒漠化程度评价等级按表 2 的规定，划分为极重度荒漠化、重度荒漠化、中度荒漠化、轻度荒漠化、非荒漠化五个等级。

表2 植被覆盖度荒漠化程度等级

荒漠化程度	植被覆盖度 %	释义
极重度荒漠化	<10	流动沙地、戈壁、裸地等，土地完全失去生产力
重度荒漠化	10~30	部分流沙地、半固定沙地、稀疏草地
中度荒漠化	30~50	固定沙地、中高盖度草地、疏林地
轻度荒漠化	50~70	优质草地、耕地等
非荒漠化	≥70	密林地、土地表面基本被植被覆盖，植被旺盛

9 植被生产力监测

9.1 卫星遥感植被生产力监测

植被生产力作为表征植物活动的关键变量，是陆地生态系统中物质与能量运转研究的重要环节，也是荒漠化监测评估的重要指标，植被生产力宜采用光能利用率模型，应按照附录B计算。

9.2 地面调查植被生物量监测

把齐地面割取到的单位面积上的植物样品去除粘连的土块，剪切成小块，装入有标签并称过质量的布袋内称取鲜重。标签上应注明名称、取样地点、时间、袋重。放入恒温干燥箱内加热，在100℃~

105 ℃烘烤1 h，杀青。以后维持70 ℃~80 ℃，6 h~12 h后第一次称重；以后每小时称质量一次，前后两次质量差小于等于0.05 %时，停止烘烤，称出连袋干重。样品取出烘箱后如较长时间不能称质量，应放入干燥器，避免吸收空中水气。

9.3 植被生产力荒漠化程度等级

荒漠化发展程度可用植被生产力衡量，对荒漠化程度评价应按表3的规定；对植被退化的评价，应符合GB 19377 -2003的规定。

表3 植被生产力荒漠化程度等级

植被特征	荒漠化程度 %				
	非荒漠化	轻度	中度	重度	极重
植被生产力	<10	11~20	21~35	36~50	>50
总产草量或干重减少率（与10年前相比）	<10	11~20	21~35	36~50	>50

附录 A

(规范性)

潜在蒸散量的计算方法

潜在蒸散量、净辐射、短波净辐射、长波净辐射应分别按公式 (A.1) ~ 公式 (A.4) 计算:

$$E_p = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{mean} + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

E_p ——潜在蒸散量, 单位为毫米每天 ($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$);

R_n ——地表净辐射, 单位兆焦每米每天 ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$);

G ——土壤热通量, 单位兆焦每平方米每天 ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$);

T_{mean} ——日平均气温, 单位摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$);

u_2 ——2 米高处风速, 单位米每秒 (m/s);

e_s ——饱和水汽压, 单位千帕 (kPa);

e_a ——实际水汽压, 单位千帕 (kPa);

Δ ——饱和水汽压曲线斜率, 单位千帕每摄氏度 ($\text{kPa} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$);

r ——干湿表常数, 单位千帕每摄氏度 ($\text{kPa} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

R_n ——地表净辐射;

R_{ns} ——地表短波净辐射;

R_{nl} ——地表长波辐射。

$$R_{ns} = 0.77 \times \left[a_s + b_s \left[\frac{n}{N} \right] \right] R_{so} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

R_{so} ——地球外辐射, 单位 $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$;

n ——实际日照时数, 单位 h ;

N ——最大可能日照时数, 单位 h ;

a_s ——阴天地球外辐射到达地面的透过系数;

$a_s + b_s$ ——晴天地球外辐射到达地面的透过率。

$$R_{nl} = \sigma \left(\frac{T_{max,k}^4 + T_{min,k}^4}{2} \right) (0.34 - 0.14\sqrt{e_a}) \left(1.35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0.35 \right) \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

σ ——斯蒂芬-波尔兹曼常数, 单位 $4.903 \times 10^{-9} \text{MJ K}^{-4} \text{m}^{-2} \text{day}^{-1}$;

$T_{max,k}$ ——日最高绝对温度, 单位 K ;

$T_{min,k}$ ——日最低绝对温度, 单位 K ;

R_s ——植被表层短波辐射,单位 MJ / (m²·d) ;

R_{s0} ——晴天植被表层短波辐射的数值, 单位MJ / (m²·d)。

附录 B (规范性)

净初级生产力 NPP 计算方法

B.1 基于卫星遥感光能利用率模型的净初级生产力 NPP 按照公式 (B.1) 计算:

$$N_{NPP}(x, t) = A_{APAR}(x, t) \times \varepsilon(x, t) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$N_{NPP}(x, t)$ —— 植被净初级生产力, 单位 gCm^{-2}

$A_{APAR}(x, t)$ —— 像元 x 在 t 月吸收的光合有效辐射 ($g C \cdot m^{-2} \cdot month^{-1}$);

$\varepsilon(x, t)$ —— 像元 x 在 t 月的实际光能利用率 ($g C \cdot MJ^{-1}$)。

B.2 $A_{APAR}(x, t)$

$A_{APAR}(x, t)$ 的值由植被所能吸收的太阳有效辐射和植被对入射光合有效辐射的吸收比例来确定。

$$A_{APAR}(x, t) = S_{SOL}(x, t) \times F_{FPAR}(x, t) \times 0.5 \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$S_{SOL}(x, t)$ —— t 月在像元 x 处的太阳总辐射量, 单位 $g C \cdot m^{-2} \cdot month^{-1}$;

$F_{FPAR}(x, t)$ —— t 月在像元 x 处植被层对入射光合有效辐射的吸收比例;

常数 0.5 —— 植被所能利用的太阳有效辐射 (波长为 $0.4-0.7 \mu m$) 占太阳总辐射的比例。

B.3 $F_{FPAR}(x, t)$

$$F_{FPAR}(x, t) = \frac{(NDVI(x,t) - NDVI_{i,min})}{(NDVI_{i,max} - NDVI_{i,min})} \times (F_{FPAR,max} - F_{FPAR,min}) + F_{FPAR,min} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

$NDVI_{i,max}$ —— 对应第 i 种植被类型的 NDVI 最大;

$NDVI_{i,min}$ —— 对应第 i 种植被类型的 NDVI 最小值。

B.4 光能利用率

光能利用率是在一定时期单位面积上生产的干物质中所包含的化学潜能与同一时间投射到该面积上的光合有效辐射能之比。环境因子如气温、土壤水分状况以及大气水汽压差等会通过影响植物的光合能力而调节植被的 NPP。

$$\varepsilon(x, t) = T_{\varepsilon 1}(x, t) \times T_{\varepsilon 2}(x, t) \times W_{\varepsilon}(x, t) \times \varepsilon_{max} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

$T_{\varepsilon 1}(x, t)$ —— 低温对光能利用率的胁迫作用, 单位 $^{\circ}C$;

$T_{\varepsilon 2}(x, t)$ —— 高温对光能利用率的胁迫作用, 单位 $^{\circ}C$;

$W_{\varepsilon}(x, t)$ —— 水分胁迫影响系数;

ε_{max} —— 理想条件下的最大光能利用率, 单位 $g C/MJ$ 。

B.5 $T_{\varepsilon 1}(x, t)$

$T_{\varepsilon 1}(x, t)$ 的估算：其反映在低温和高温时植物内在的生化作用对光合的限制而降低初级生产力。

$$T_{\varepsilon 1}(x, t) = 0.8 + 0.02 \times T_{opt}(x) - 0.0005 \times [T_{opt}(x)]^2 \dots\dots\dots (B. 5)$$

式中：

$T_{opt}(x)$ ——植物生长的最适温度，定义为某一区域一年内 NDVI 值达到最高时的当月平均气温，单位 $^{\circ}\text{C}$ ；当某一月平均温度小于或等于 -10°C 时，其值取 0。

B.6 $T_{\varepsilon 2}(x, t)$

表示环境温度从最适温度 $T_{opt}(x)$ 向高温或低温变化时植物光能利用率逐渐变小的趋势，这是因为低温和高温时高的呼吸消耗必将会降低光能利用率，生长在偏离最适温度的条件下，其光能利用率也一定会降低。

$$T_{\varepsilon 2}(x, t) = 1.184 / \{1 + \exp[0.2 \times (T_{opt}(x) - 10 - T(x, t))]\} \times 1 / \{1 + \exp[0.3 \times (-T_{opt}(x) - 10 + T(x, t))]\} \dots\dots\dots (B. 6)$$

式中：

当某一月平均温度 $T(x, t)$ 比最适温度 $T_{opt}(x)$ 高 10°C 或低 13°C 时，该月的 $T_{\varepsilon 2}(x, t)$ 值等于月平均温度 $T(x, t)$ 为最适温度 $T_{opt}(x)$ 时 $T_{\varepsilon 2}(x, t)$ 值的一半。

B.7 水分胁迫因子

水分胁迫影响系数 $W_{\varepsilon}(x, t)$ 反映了植物所能利用的有效水分条件对光能利用率的影响，随着环境中有效水分的增加， $W_{\varepsilon}(x, t)$ 逐渐增大，它的取值范围为 0.5(在极端干旱条件下)到 1(非常湿润条件下)。

$$W_{\varepsilon}(x, t) = 0.5 + 0.5 \times \frac{E_e(x, t)}{E_p(x, t)} \dots\dots\dots (B. 7)$$

式中：

E_e ——区域实际蒸散量 (mm)；

E_p ——区域潜在蒸散量 (mm)。

参 考 文 献

- [1] GB 19377—2003 天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标
- [2] LY/T 2092—2013 干旱半干旱区荒漠生态系统定位观测指标体系
- [3] LY/T 1752—2008 荒漠生态系统定位观测技术规范
- [4] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物科属检索表[M]. 北京: 科学出版社, 1995
- [5] Xiao F J, Liu Q F, Xu Y Q. Estimation of Terrestrial Net Primary Productivity in the Yellow River Basin of China Using Light Use Efficiency Model [J]. Sustainability, 2022, 14, 7399
-