

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 4378—2023

农业遥感调查通用技术 农作物干旱监测技术规范

General technique of agricultural survey with remote sensing—
Technical specification of crop drought monitoring

2023-04-11 发布

中华人民共和国农业农村部

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 缩略语..... 2

5 基本要求 2

 5.1 空间基准 2

 5.2 监测时间 2

6 监测流程 2

7 数据获取与处理 3

 7.1 遥感数据的选择 3

 7.2 遥感数据预处理 3

 7.3 遥感监测指标计算 3

 7.4 辅助数据 3

8 地面观测 3

 8.1 目的..... 3

 8.2 观测时间 4

 8.3 地面观测样点布设..... 4

 8.4 农作物干旱等级 4

 8.5 干旱等级划分标准..... 4

9 遥感监测 4

 9.1 遥感监测指标筛选..... 4

 9.2 遥感监测模型构建与等级划分 4

 9.3 精度验证 4

10 监测成果编制 5

 10.1 监测专题图 5

 10.2 监测报告..... 5

附录 A(资料性) 常用农作物干旱监测光学遥感数据源 6

附录 B(资料性) 典型的农作物干旱遥感监测指标及算法 8

附录 C(资料性) 常用的农作物干旱遥感监测模型构建方法 10

附录 D(资料性) 农作物干旱监测统计表 13

参考文献 14

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。

本文件由农业农村部市场与信息化司提出。

本文件由农业农村部大数据发展中心归口。

本文件起草单位：农业农村部大数据发展中心、中国地质大学（武汉）、河南省农业科学院农业经济与信息研究所、航天宏图信息技术股份有限公司。

本文件主要起草人：韩巍、孙丽、姜雷、沈永林、杜英坤、陈媛媛、杨唯、胡华浪、王来刚、王蔚丹、陶双华、董沫、孙娟英、汪若愚、俞萍萍。



农业遥感调查通用技术 农作物干旱监测技术规范

1 范围

本文件规定了农作物干旱遥感监测的监测流程、数据获取与处理、地面观测、遥感监测、监测成果编制的基本要求,描述了监测结果的验证方法。

本文件适用于基于光学卫星遥感数据的农作物干旱监测。

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 20257(所有部分) 国家基本比例尺地图图式

GB/T 28923.1 自然灾害遥感专题图产品制作要求 第1部分:分类、编码与制图

GB/T 32136 农业干旱等级

GB/T 34809 甘蔗干旱灾害等级

NY/T 2283 冬小麦灾害田间调查及分级技术规范

NY/T 2284 玉米灾害田间调查及分级技术规范

NY/T 3043 南方水稻季节性干旱灾害田间调查及分级技术规程

NY/T 3526 农情监测遥感数据预处理技术规范

QX/T 446 大豆干旱等级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农作物干旱 crop drought

农作物生长季内,因水分供应不足导致农田水量供需不平衡,阻碍作物正常生长发育的现象。

[来源:GB/T 32136—2015,3.8,有修改]

3.2

植被指数 vegetation index

利用遥感影像不同谱段数据的线性或非线性组合形成的反映绿色植物生长状况和分布的特征指数。

[来源:GB/T 30115—2013,3.11,有修改]

3.3

土壤水分 soil moisture

吸附于土壤颗粒和存在于土壤孔隙中的水。

注:主要为液态水,少数为寒冷季节冻结的固态冰和以水汽形式存在的气态水。

[来源:GB/T 40039—2021,3.1]

3.4

土壤相对含水量 relative soil moisture

土壤实际含水量占田间持水量的百分数,也称土壤相对湿度。

[来源:NY/T 3921—2021,3.5]

3.5

农作物干旱等级 grade of crop drought

描述农作物干旱程度的级别标准。

3.6

植被覆盖度 fractional vegetation cover

单位面积内植被冠层(包括叶、茎、枝)垂直投影面积所占的比例。

注:无量纲,取值范围 0~1。

[来源:GB/T 41280—2022,3.2]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ATI:表观热惯量(Apparent Thermal Inertia)

AVI:距平植被指数(Anomaly Vegetation Index)

LST:地表温度(Land Surface Temperature)

MEI:改进能量指数(Modified Energy Index)

MODIS:中分辨率成像光谱仪(Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer)

NDVI:归一化差值植被指数(Normalized Difference Vegetation Index)

NDWI:归一化差异水分指数(Normalized Difference Water Index)

PDI:垂直干旱指数(Perpendicular Drought Index)

TCI:温度状态指数(Temperature Condition Index)

TVDI:温度植被干旱指数(Temperature Vegetation Dryness Index)

VCI:植被状态指数(Vegetation Condition Index)

VHI:植被健康指数(Vegetation Health Index)

VI:植被指数(Vegetation Index)

VSWI:植被供水指数(Vegetation Water Supply Index)

5 基本要求

5.1 空间基准

5.1.1 大地基准应采用 2000 国家大地坐标系。

5.1.2 高程基准应采用 1985 国家高程基准。

5.1.3 投影方式,省级及以上尺度(直辖市除外)应采用阿尔伯斯投影;省级以下尺度(含直辖市)应采用高斯-克吕格投影。

5.2 监测时间

农作物干旱遥感监测应在农作物生育期内结合实际需要进行。

6 监测流程

农作物干旱遥感监测流程应包括数据获取与处理、地面观测、遥感监测、监测成果编制 4 个步骤,如图 1 所示。

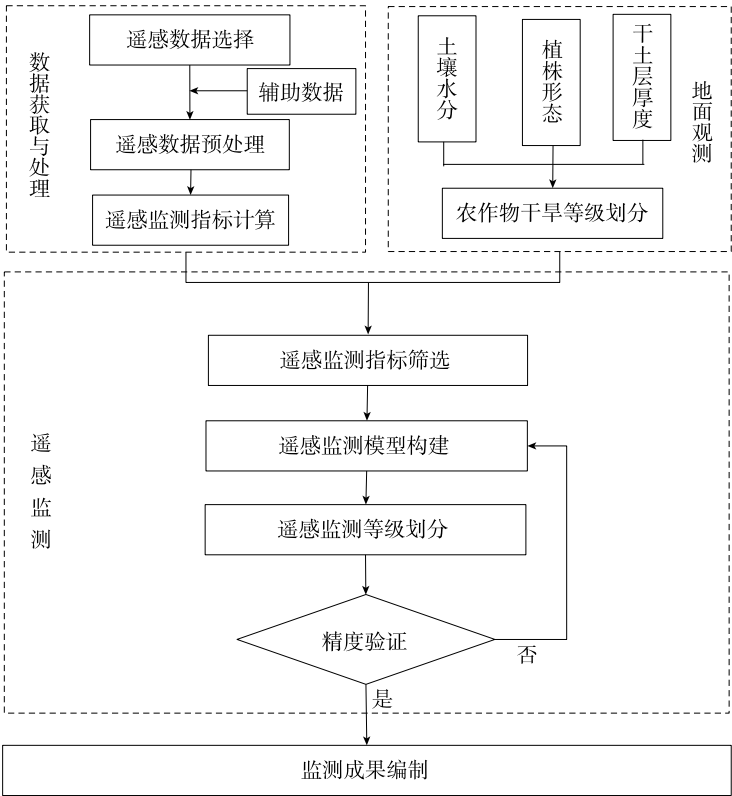


图 1 农作物干旱遥感监测流程

7 数据获取与处理

7.1 遥感数据的选择

7.1.1 光学遥感数据至少应具有蓝波段、绿波段、红波段、近红外波段、热红外波段。常用的农作物干旱监测光学遥感数据源见附录 A 的表 A.1。

7.1.2 监测区域为农作物种植区,影像应无云或浓雾覆盖,如有云或浓雾覆盖,通过邻近时相晴空影像替代。

7.1.3 监测时段影像应根据监测区域、监测频次等要求进行选择。对于省级及以上尺度监测,应选择空间分辨率为 100 m~1 000 m(含 1 000 m)影像;对于市县级尺度监测,应选择空间分辨率为 10 m~100 m(含 100 m)影像;对于村镇级及以下尺度监测,应选择空间分辨率优于 10 m 影像。

7.1.4 遥感数据应无明显条纹、点状和块状噪声,无数据丢失,无严重畸变。

7.2 遥感数据预处理

遥感数据预处理步骤按照 NY/T 3526 的规定执行。

7.3 遥感监测指标计算

遥感监测指标计算方法见附录 B 的表 B.1。

7.4 辅助数据

辅助数据包括但不限于:

- a) 监测区域农作物空间分布数据;
- b) 监测区域行政区划基础地理信息;
- c) 监测区域农作物物候信息;
- d) 监测区域在监测时段的气象信息。

8 地面观测

8.1 目的

为辅助农作物干旱遥感监测,需要进行地面观测,获取田块内的土壤水分、干土层厚度、植株形态等农作物干旱指标数据,作为农作物干旱遥感监测与等级评估的训练样本与验证样本。

8.2 观测时间

观测时间参见 NY/T 3921。

8.3 地面观测样点布设

地面观测样点布设参见 NY/T 3921。按 3 : 2 比例随机划分训练样本和验证样本。

8.4 农作物干旱等级

农作物干旱应分为 5 个等级:无旱、轻旱、中旱、重旱、特旱。

8.5 干旱等级划分标准

8.5.1 冬小麦作物按照 NY/T 2283 的规定执行。

8.5.2 玉米作物按照 NY/T 2284 的规定执行。

8.5.3 南方水稻作物按照 NY/T 3043 的规定执行。

8.5.4 大豆作物按照 QX/T 446 的规定执行。

8.5.5 甘蔗作物按照 GB/T 34809 的规定执行。

8.5.6 其他农作物按照 GB/T 32136 的规定执行。

9 遥感监测

9.1 遥感监测指标筛选

9.1.1 在农作物播种期或生长早期,干旱监测指标选择表观热惯量(ATI)、垂直干旱指数(PDI)和改进能量指数(MEI)等。

9.1.2 在农作物其他生育时期,干旱监测指标选择植被供水指数(VSWI)、植被健康指数(VHI)、归一化差异水分指数(NDWI)、距平植被指数(AVI)和植被状态指数(VCI)等。

9.1.3 对于监测区域的植被覆盖度包含从裸土到全覆盖的情况,干旱监测指标选择温度干旱植被指数(TVDI)等。

9.2 遥感监测模型构建与等级划分

9.2.1 基于土壤水分的干旱监测模型

以地面观测中的土壤水分数据为训练样本,采用统计回归法、机器学习法等构建土壤水分反演模型(见附录 C 的 C.1 和 C.2),输入变量为遥感监测指标,输出结果为土壤水分,根据 7.6.1 干旱等级划分标准进行干旱等级划分。这种模型构建方法适用于农作物播种期或生长早期干旱监测。在农作物其他生育时期,如缺少植株形态、干土层厚度等地面观测数据,也可使用该方法。

9.2.2 基于干旱等级指标的干旱监测模型

以地面观测中的干旱等级数据为训练样本,采用模糊数学法、机器学习法等构建干旱监测模型(见 C.3),输入变量为遥感监测指标,输出结果为干旱等级划分结果。这种模型构建方法适用于农作物各生育时期干旱监测。

9.3 精度验证

采用总体精度验证方法。利用地面观测数据对农作物干旱遥感监测结果进行精度评价,按照公式(1)计算总体精度。

$$P_c = \frac{N^*}{N} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

P_c —— 总体精度,单位为百分号(%);

N —— 总样本数;

N^* —— 分级正确数。

当缺乏地面观测数据时,利用时空变化趋势分析方法进行检验,具体过程参照 GB/T 36296 的规定执行。

10 监测成果编制

10.1 监测专题图

10.1.1 农作物干旱遥感监测专题图要素包括图名、图例、比例尺、干旱等级、行政区划基础地理信息等。

10.1.2 基本地图要素制作方式按照 GB/T 20257 的规定执行,农作物干旱等级分布图的制作方式按照 GB/T 28923.1 的规定执行。

10.2 监测报告

10.2.1 农作物干旱遥感监测报告内容应包括描述农作物干旱监测时段及对应的气象信息、卫星及传感器、干旱等级、不同干旱等级的面积及比例、图片、统计表等信息。

10.2.2 统计表应包括行政区划名称、不同干旱等级的面积及比例等信息。统计单元依据监测范围来定,如果是国家级监测范围,以省级行政区划基础地理信息为统计单元,行政区划名称为省级行政区划名称,依此类推。统计表见附录 D 的 D.1。

10.2.3 图片信息应包括反映农作物干旱状况的遥感监测专题图、实地照片等。

附 录 A

(资料性)

常用农作物干旱监测光学遥感数据源

常用农作物干旱监测光学遥感数据源见表 A.1。

表 A.1 常用农作物干旱监测光学遥感数据源

传感器/卫星	空间分辨率	波段	光谱范围	数据时间	重访周期
AVHRR/ NOAA	1 000 m	1 2 3 4 5	0.58 μm~0.68 μm 0.725 μm~1.1 μm; 1.58 μm~1.64 μm 10.5 μm~11.3 μm 11.5 μm~12.5 μm	1989 年至今	1 d
MODIS/Terra/ Aqua	250 m,500 m,1 000 m	1 2 3 4 5 6 7 29 31 32	0.62 μm~0.67 μm 0.841 μm~0.876 μm; 0.459 μm~0.479 μm 0.545 μm~0.565 μm 1.23 μm~1.25 μm 1.628 μm~1.652 μm 2.105 μm~2.155 μm 8.4 μm~8.7 μm; 10.78 μm~11.28 μm 11.77 μm~12.27 μm	2000 年至今	1 d~2 d
MERSI/ FY-3 系列	250 m,1 000 m	1 2 3 4 5	中心波长 0.47 μm 0.55 μm 0.65 μm 0.865 μm 11.25 μm	2008 年至今	1 d~2 d
OLI/TIRS/ Landsat8	15 m,30 m	2 3 4 5 6 7 10 11	0.450 μm~0.515 μm 0.525 μm~0.600 μm 0.63 μm~0.68 μm 0.845 μm~0.885 μm 1.56 μm~1.66 μm 2.1 μm~2.3 μm 10.60 μm~11.19 μm 11.50 μm~12.51 μm	2013 年至今	16 d
CCD/IRS/HIS/ HJ-1A/B	30 m,100 m, 150 m,300 m	1 2 3 4 5 6 8	0.43 μm~0.52 μm 0.52 μm~0.60 μm 0.63 μm~0.69 μm 0.76 μm~0.90 μm 0.75 μm~1.10 μm 1.55 μm~1.75 μm 10.5 μm~12.5 μm HIS (0.45 μm~0.95 μm)	2008 年至今	4 d

表 A.1（续）

传感器/卫星	空间分辨率	波段	光谱范围	数据时间	重访周期
MSI/ Sentinel2A/2B	10 m,20 m,60 m	2	中心波长 0.49 μm	2015 年至今	5d
		3	0.56 μm		
		4	0.665 μm		
		5	0.705 μm		
		6	0.74 μm		
		7	0.783 μm		
		8	0.842 μm		
		8A	0.865 μm		
		11	1.61 μm		
		12	2.19 μm		
GF 系列卫星	GF-1:2 m,8 m,16 m GF-2:1 m,4 m GF-6:2 m,8 m,16 m;	2	0.45 μm~0.52 μm	2013 年至今	4d
		3	0.52 μm~0.59 μm		
		4	0.63 μm~0.69 μm		
		5	0.77 μm~0.89 μm		
			GF-6 红边 0.63 μm~0.69 μm		
PlanetScope	3 m	2	0.455 μm~0.515 μm	2014 年至今	1 d~2 d
		3	0.513 μm~0.549 μm		
		4	0.547 μm~0.583 μm		
		6	0.650 μm~0.680 μm		
		7	0.697 μm~0.713 μm		
		8	0.845 μm~0.885 μm		

附 录 B

(资料性)

典型的农作物干旱遥感监测指标及算法

典型的农作物干旱遥感监测指标及算法见 B.1。

表 B.1 典型的农作物干旱遥感监测指标及算法

名称	缩写	计算公式	作者及年份
表观热惯量	ATI	$ATI = \frac{1 - A}{\Delta T}$ <p>A ——地表反照率 ΔT ——地表温度日较差</p>	PRICE,1985
垂直干旱指数	PDI	$PDI = \frac{\rho_{\text{red}} + M \times \rho_{\text{nir}}}{\sqrt{M^2 + 1}}$ <p>ρ_{red} ——红波段反射率 ρ_{nir} ——近红外波段反射率 M ——土壤线斜率</p>	GHULAM et al. , 2006
改进能量指数	MEI	$MEI = \frac{1 - \rho_{\text{nir}}}{T_s}$ <p>ρ_{ni} ——近红外波段反射率 T_s ——农作物冠层温度</p>	张学艺等,2009
温度植被干旱指数	TVDI	$TVDI = \frac{T_s - T_{s,\text{min}}}{T_{s,\text{max}} - T_{s,\text{min}}}$ <p>$T_{s,\text{max}} = a_1 + b_1 \times NDVI$ $T_{s,\text{min}} = a_2 + b_2 \times NDVI$ T_s ——地表温度 $T_{s,\text{max}}$ ——相同 $NDVI$ 值的最大地表温度,对应 T_s-$NDVI$ 特征空间的干边 $T_{s,\text{min}}$ ——相同 $NDVI$ 值的最小地表温度,对应 T_s-$NDVI$ 特征空间的湿边 a_1、a_2、b_1、b_2 ——拟合系数</p>	SANDHOLT et al. , 2002
距平植被指数	AVI	$AVI = NDVI - NDVI_{\text{mean}}$ <p>$NDVI$ ——某一时期的归一化植被指数 $NDVI_{\text{mean}}$ ——多年同一时期 $NDVI$ 的平均值</p>	陈维英等, 1994
植被状态指数	VCI	$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{\text{min}}}{NDVI_{\text{max}} - NDVI_{\text{min}}}$ <p>$NDVI_{\text{max}}$ ——对应像元多年同一时期 $NDVI$ 数据中的最大值 $NDVI_{\text{min}}$ ——对应像元多年同一时期 $NDVI$ 数据中的最小值</p>	KOGAN, 1995
植被供水指数	VSWI	$VSWI = \frac{NDVI}{T_s}$ <p>$NDVI$ ——某一时期的归一化植被指数 T_s ——地表温度</p>	CARLSON et al. , 1990

表 B.1（续）

名称	缩写	计算公式	作者及年份
温度条件指数	TCI	$TCI = \frac{T_{\max} - T}{T_{\max} - T_{\min}}$ <p>T —— 某一时期的地表亮度 T_{\min} —— 对应像元多期 T 数据集中的最大值 T_{\max} —— 对应像元多期 T 数据集中的最小值</p>	KOGAN, 1995
植被健康指数	VHI	$VHI = a \times VCI + (1 - a) \times TCI$ <p>a —— 权重系数, $a = 0.5$</p>	KOGAN, 1995
归一化差异水分指数	NDWI	$NDWI = \frac{\rho_{\text{nir}} - \rho_{\text{swir}}}{\rho_{\text{nir}} + \rho_{\text{swir}}}$ <p>ρ_{nir} —— 近红外波段反射率 ρ_{swir} —— 短波红外波段反射率; 可用绿波段替代</p>	GAO, 1996 Mcfeeters, 1996

附 录 C

(资料性)

常用的农作物干旱遥感监测模型构建方法

C.1 基于统计回归的土壤水分反演模型

干旱遥感监测指标和土壤水分之间存在线性或非线性的关系,以干旱遥感监测指标为自变量,以土壤水分作为因变量,建立土壤水分反演模型。常见的拟合模型见公式(C.1)~公式(C.5)。

$$\text{线性函数: } y = ax + b \quad \text{..... (C.1)}$$

$$\text{对数函数: } y = a \ln(x) + b \quad \text{..... (C.2)}$$

$$\text{指数函数: } y = ae^{bx} \quad \text{..... (C.3)}$$

$$\text{幂函数: } y = ax^b \quad \text{..... (C.4)}$$

$$\text{二次多项式: } y = ax^2 + bx + c \quad \text{..... (C.5)}$$

式中:

y ——土壤水分;

x ——干旱遥感监测指标;

a 、 b 、 c ——回归模型系数。

C.2 基于机器学习法的土壤水分反演模型

径向基函数神经网络(radial basis function neural network,RBF-NN)是机器学习法中的一种常用方法。它是一种具有单隐层的3层前馈网络,在逼近能力、学习速度和结构等方面具有优势。利用RBF-NN构建土壤水分反演模型,其具体过程为:

- a) 构建输入层,由选取适宜的遥感干旱监测指标集构成,记作 m 维向量 $X' = \{X_{p1}, X_{p2}, \dots, X_{pm}\}$ 。
- b) 确定隐含层,其节点数 j 视所描述问题的需要而定,该层的变换函数采用RBF。隐含层是非线性优化策略,采用高斯核函数,见公式(C.6)。

$$\varphi(X', \sigma) = \exp[-(X' - C_j)^2 / 2\sigma_j^2] \quad \text{..... (C.6)}$$

式中:

φ ——高斯函数;

X' ——遥感干旱监测指标集;

C_j ——第 j 个隐含层单元对应的核函数中心;

σ_j ——第 j 个隐含层单元对应的宽度向量,用来控制函数的径向作用范围。

确定RBF中心 C 和宽度 σ 的过程采用自组织学习(无监督)方法。

- c) 输出层结果输出,即为地面观测点的土壤相对含水量。该层对输入模式做出的响应采用线性优化策略,对隐含层神经元输出的信息进行线性加权后输出。见公式(C.7)。

$$y_i = \sum_{k=1}^m W_k \times \varphi(X', \sigma) \quad \text{..... (C.7)}$$

式中:

W ——权值;

K ——输出层的个数($k=1, 2, \dots, m$)。

C.3 基于信息扩散法的农作物干旱监测

信息扩散法是模糊数学法中的一种常用方法。它是通过一定方式将原始信息直接过渡到模糊关系,

从而避开隶属度函数的求取,最大可能地保留原始数据所携带的原始信息。基于信息扩散方法的农作物干旱遥感监测模型构建,以农作物干旱遥感监测指数为模型输入变量,干旱等级为输出变量。基于信息扩散法的干旱监测一般步骤是将输入输出样本在论域进行扩散,建立由信息增量构成的信息矩阵,然后由信息矩阵得到干旱遥感监测指标与干旱等级之间的模糊关系,即模糊关系矩阵,最后通过模糊近似推理方法,由输入样本得到模拟输出干旱等级。

设 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 是一个随机样本,随机变量 X 所有可能取值的集合,称为 X 的论域,用 U 来表示,即 U 是随机变量 X 的定义域。

设 Z 是论域 U 上的一个子集,那么从 $X \times Z$ 到 $[0,1]$ 的一个映射,

$$\begin{aligned} \mu: X \times Z &\rightarrow [0,1] \\ (x, z) &\mapsto \mu(x, z), \quad \forall (x, z) \in X \times Z \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

如公式(C.8)所示,就称为样本 X 在 Z 上的一个信息扩散, μ 就是一个扩散函数, Z 称作一个监控空间,如果它是递减的,即: $\forall x \in X, \forall z', z'' \in Z$, 如果 $||z' - x|| \leq ||z'' - x||$, 则 $\mu(x, z') \geq \mu(x, z'')$ 。

信息分配是种特殊的信息扩散,它的控制点空间 U 是样本 X 的一个离散论域。信息扩散时,监控空间 Z 是随机变量 X 的定义域 U 的一个子集。信息分配的控制点空间是随机变量 X 的定义域 U 的一个真子集,信息分配函数是不充分的,而对信息扩散来说,只有当监控空间 Z 就是随机变量 X 定义域本身 U 时,信息扩散才是充分的。

在应用信息扩散技术进行实际计算时,监控区间 Z 的构造通常依据样本数据 X 本身,构造过程如公式(C.9)所示。

$$\begin{cases} X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \\ Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k\} \\ z_1 = \min(X) - \Delta z / 2 \\ z_{i+1} = z_i + \Delta z \\ k = (\max(X) - \min(X)) / \Delta z + 1 \\ 0 < \Delta z \leq \min_{x_i \neq x_j} (|x_i - x_j|) \\ i, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

式中:

X ——原始样本数据;

Z ——监控点序列;

z_i ——序列 Z 中的第 i 个监控点;

k —— Z 中需要构造的监控点个数;

Δz ——监控点序列的步长。

正态信息扩散的估计函数如公式(C.10)所示。

$$\tilde{P}_n(x) = \frac{1}{nh\sqrt{2\pi}} \sum_{i=1}^n \exp\left(-\frac{(x-x_i)^2}{2h^2}\right) \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

式中:

n ——样本数量;

h ——扩散系数。

扩散系数 h 按公式(C.11)计算。

$$h = \begin{cases} 0.8146(b-a), n=5 \\ 0.5690(b-a), n=6 \\ 0.4560(b-a), n=7 \\ 0.3860(b-a), n=8 \\ 0.3362(b-a), n=9 \\ 0.2986(b-a), n=10 \\ 2.6851(b-a)/(n-1), n \geq 11 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

其中, $b = \max_{1 \leq i \leq n} \{x_i\}$, $a = \min_{1 \leq i \leq n} \{x_i\}$ 。

利用信息扩散技术估计样本数据时,遵循以下步骤:

- 根据式(C. 9),利用样本数据 X 构造监控点序列 Z ;
- 根据式(C. 11)计算扩散系数 h ;
- 根据式(C. 10)将 Z 中监控点序列 z_i 作为变量 x 的值,代入信息扩散函数 $\tilde{p}_n(x)$ 进行计算,得到样本数据扩散给每个监控点的信息量 $p(z_i)$;
- 将所有监控点的信息量序列按照公式(C. 6)进行归一化处理后,得到模糊关系矩阵;
- 代入重心公式(C. 12),计算监控点的重心值,作为样本数据的估计值 z' ,见公式(C. 13)。

$$\begin{cases} p(z_i)' = p(z_i) / \max(p(z_i)) \\ i = 1, 2, \dots, k \end{cases} \dots\dots\dots (C. 12)$$

$$z' = [\sum_{i=1}^k z_i \times p(z_i)] / [\sum_{i=1}^k p(z_i)] \dots\dots\dots (C. 13)$$

式中:

z' ——计算的监控点重心值;

z_i ——第 i 个监控点;

$p(z_i)'$ ——归一化后的第 i 个监控点的信息量。

附 录 D
(资料性)
农作物干旱监测统计表

农作物干旱监测统计表见表 D.1。

表 D.1 农作物干旱监测统计表

行政区划 名称	农作物名称 (如玉米、小麦等)	干旱面积 hm ²					干旱比例 %					备注
		无旱	轻旱	中旱	重旱	特旱	无旱	轻旱	中旱	重旱	特旱	
<p>注 1:干旱比例为对应干旱程度的面积占监测区域总面积的比例,单位为百分号(%)。监测区域总面积是监测区域无旱面积、轻旱面积、中旱面积、重旱面积、特旱面积的总和。</p> <p>注 2:如果是国家级监测范围,行政区划名称应为省级行政区划名称;如果是省级监测范围,行政区划名称应为市级行政区划名称;依此类推。</p>												

参 考 文 献

- [1] GB/T 30115—2013 卫星遥感影像植被指数产品规范
 - [2] GB/T 36296 遥感产品真实性检验导则
 - [3] GB/T 40039—2021 土壤水分遥感产品真实性检验
 - [4] GB/T 41280—2022 卫星遥感影像植被覆盖度产品规范
 - [5] NY/T 3921—2021 面向遥感的土壤墒情和作物长势地面监测技术规程
-