

团 体 标 准

T/CAGDRS XX—2024

中高空间分辨率卫星花生种植面积遥感 监测技术规范

Technical specification for peanut planting area monitoring
based on remote sensing satellites with medium and high spatial
resolution

征求意见稿

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施



中国农业绿色发展研究会 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 缩略语	3
5 基本规定	4
6 监测流程	4
7 数据获取与处理	5
8 遥感分类识别	6
9 精度验证	7
10 面积量算和统计	7
11 监测专题图与监测报告	7
附 录 A （资料性）花生种植面积遥感监测最佳时间表	8
附 录 B （资料性）样本数据地面调查表	9
附 录 C （资料性）样本可分性计算方法	10
附 录 D （资料性）遥感分类方法	11
附 录 E （资料性）花生种植面积遥感监测统计表	14
附 录 F （资料性）花生种植面积遥感监测图	15
参考文献	16

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。

本文件由河南省农业科学院农业信息技术研究所提出并组织实施。

本文件由中国农业绿色发展研究会归口。

本文件起草单位：河南省农业科学院农业信息技术研究所、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、河南万粮种业有限公司。

本文件主要起草人：刘婷、张彦、王来刚、郭燕、刘佳、贺佳、曾凯、王利民、张红利、杨秀忠、位盼盼、滕飞、范磊、李丹丹、李清杰。

中高空间分辨率卫星花生种植面积遥感监测技术规范

1 范围

本文件规定了基于中高空间分辨率卫星数据开展花生种植面积遥感监测的技术规范，包括术语和定义、基本规定、监测流程、数据获取与处理、遥感分类识别、精度验证、面积量算和统计、监测专题图和监测报告的基本要求。

本文件适用于采用空间分辨率不低于16 m的中高分辨率卫星数据开展花生种植面积遥感监测业务工作。

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 14950 摄影测量与遥感术语
- GB/T 15968 遥感影像平面图制作规范
- GB/T 16820 地图学术语
- GB/T 17798 地球空间数据交换格式
- GB/T 20257（所有部分）国家基本比例尺地图图式
- GB/T 30115 卫星遥感影像植被指数产品规范
- NY/T 3527 农作物种植面积遥感监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

花生种植面积 peanut planting area

在耕地或其他适宜耕种的土地上实际播种或栽培花生的面积。

3.2

遥感 remote sensing

不接触物体本身，用传感器收集目标物的电磁波信息，经处理、分析后，识别目标物、揭示其几何、物理特征和相互关系及其变化规律的现代科学技术。

[来源：GB/T 14950—2009, 3.1]

3.3

像元 pixel; picture element

数字影像的基本单元。

[来源：GB/T 14950—2009, 4.67]

3.4

空间分辨率 spatial resolution

遥感影像上能够识别的两个相邻地物的最小距离。

3.5

阿尔伯斯投影 Albers projection

一种正轴等面积割圆锥投影。

注：又称双标准纬线等积圆锥投影，由阿尔伯斯于1805年创拟。

[来源：GB/T 16820—2009, 3.62]

3.6

高斯-克吕格投影 Gauss-Krueger projection

横轴等角切椭圆柱投影。

注：由德国数学家、天文学家高斯（C.F.Gauss）拟定，德国大地测量学家克吕格（J.Krüger）补充而成。

[来源：GB/T 16820—2009, 3.56,有修改]

3.7

几何校正 geometric correction

为消除影像的几何畸变而进行投影变换或不同波段影像间的配准等校正过程。

[来源：GB/T 14950—2009, 5.190]

3.8

辐射定标 radiometric calibration

根据传感器定标方程和定标系数，将其记录的量化数字灰度值转换成对应视场表观辐亮度的过程。

[来源：GB/T 30115—2013, 3.7]

3.9

大气校正 atmospheric correction

消除或减弱卫星遥感影像获取时在大气传输过程中因吸收或散射作用而引起的辐射畸变。

[来源：GB/T 14950—2009, 5.191]

3.10

多时相影像 multi-temporal images

不同时期获取的同一地区的影像。

[来源：GB/T 14950—2009,6.50]

3.11

影像预处理 image preprocessing

对主要运算前的原始数据所进行的某些加工。

3.12

训练样本 training sample

可由实地调查或图像解译方法选取确定的已知地物属性或特征的图像像元，用于进行分类的学习和训练，以建立分类模型或分类函数的样本。

[来源：NY/T 3527-2019,3.14]

3.13

验证样本 validation sample

可由实地调查或图像解译方法选取确定的已知地物属性或特征的图像像元，用于验证分类结果精度的样本数。

[来源：NY/T 3527-2019,3.15]

3.14

监督分类 supervised classification

根据已知训练区提供的样本，通过选择特征参数，建立判别函数以对待分类影像进行的图像分类。

[来源：GB/T 14950—2009,5.240]

3.15

非监督分类 unsupervised classification

以不同影像地物在特征空间中类别特征的差别为依据的一种无先验（已知）类别标准的图像分类。

[来源：GB/T 14950—2009,5.249]

3.16

决策树分类 decision tree classification

通过对训练样本进行归纳学习，生成决策树或决策规则，然后使用决策树或决策规则对新数据进行分类的一种数学方法。

[来源：NY/T 3527-2019,3.17]

3.17

面向对象分类 object-oriented classification

基于影像空间、纹理和光谱信息对影像的分割和分类的方法。

[来源：NY/T 3527-2019,3.19]

3.18

目视判读 visual interpretation

判读者通过直接观察或借助判读仪研究地物在遥感影像上反映的各种影像特征，并通过推理分析地物间的相互关系，识别所需地物信息的过程。

[来源：GB/T 14950—2009,4.144]

3.19

专题图 thematic map

在地理底图上按照地图主题的要求，突出并完善地表示与主题相关的一种或几种要素，使地图内容专题化、表达形式各异、用途专门化的地图。

[来源：GB/T 14950—2009,4.144]

3.20

中高分辨率卫星影像 medium and high spatial resolution satellite image

空间分辨率不低于16 m的光学卫星影像。

[来源：NY/T 4065-2021,3.16]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

GIS：地理信息系统（Geographic Information System）

GPS：全球定位系统（Global Positioning System）

J-M：J-M距离（Jeffries-Matusita）

MLC: 最大似然分类 (Maximum Likelihood Classification)

SVM: 支持向量机 (Support Vector Machine)

RF: 随机森林 (Random Forest)

5 基本规定

5.1 空间基准

5.1.1 大地基准应采用 2000 国家大地坐标系 (CGCS2000)。

5.1.2 高程基准应采用 1985 国家高程基准。

5.1.3 投影方式: 省级及以上尺度宜采用阿尔伯斯投影; 省级以下尺度宜采用高斯-克吕格投影或 UTM 投影。

5.2 分幅和编号

中高分辨率卫星花生种植面积遥感监测专题图适用比例尺宜采用国家基本比例尺 1: 1 000 000~1:500, 分幅及编号应按 GB/T 13989 的规定执行。

5.3 监测时间

花生种植面积遥感监测时间宜在播种后 30d 至收获前 30d, 一般为开花下针期、结荚期。花生生育期及关键生长期对应时间参见附录 A.1。

6 监测流程

花生种植面积遥感监测处理流程主要包括数据获取与处理、面积提取、精度验证、面积量算和统计、专题产品制作 5 个步骤, 见图 1。

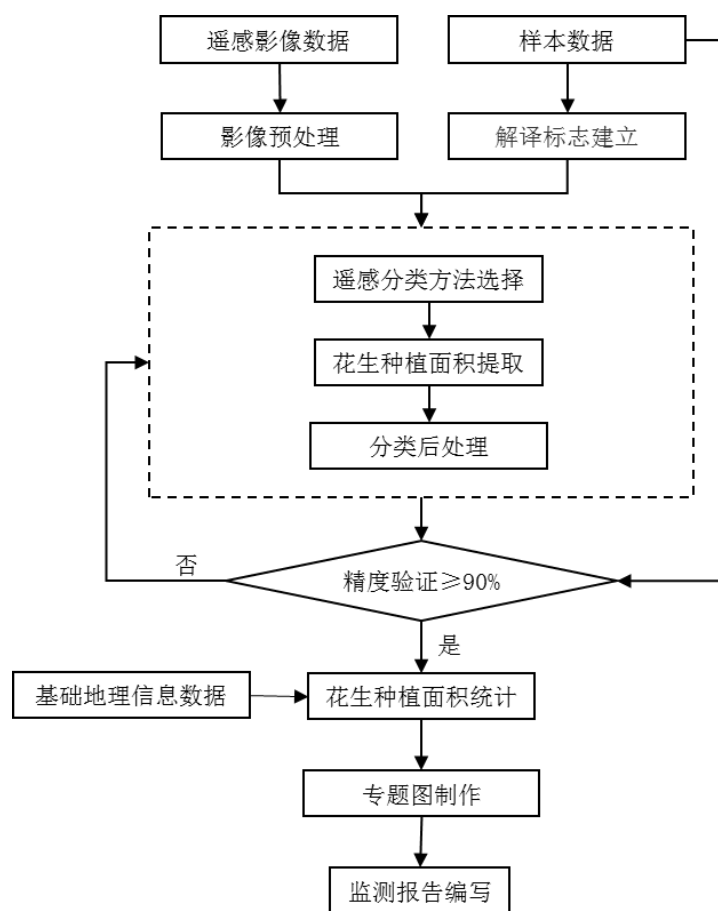


图 1 花生种植面积遥感监测处理流程图

7 数据获取与处理

7.1 遥感数据

7.1.1 数据的选择

7.1.1.1 卫星传感器应至少具有 670~760nm 红边波段或 1.1~2.5 μm 短波红外波段。例如 GF-6 WFV、Sentinel-2、SuperDove、WorldView 等。

7.1.1.2 卫星影像空间分辨率应不低于 16m。云或浓雾覆盖像元的面积占影像总面积的百分比不超过 20%。可以通过相近多时相影像合成晴空影像数据，以获取云覆盖或浓雾量符合要求的影像数据。

7.1.1.3 卫星影像数据应图面清晰，定位准确，无明显条纹、点状或块状噪声，无数据丢失，无严重畸变。

7.1.2 数据预处理

7.1.2.1 根据传感器参数对遥感影像进行辐射定标和大气校正，获得影像的地表反射率数据。

7.1.2.2 影像应进行几何校正，配准后平地的大地坐标误差不应大于 0.5 个像元，丘陵、山地的大地坐标误差不大于 1 个像元。

7.1.2.3 影像应按照监测区范围、行政区划图进行剪裁和掩膜处理。

7.2 样本数据

7.2.1 数量与布局

7.2.1.1 在监测区域范围内选择若干抽样点作为样本数据。样本的类别应当包含监测区域的主要地物类别（如监测目标花生、其他与花生同期的作物类型，以及水体、裸地等）。

7.2.1.2 所选样本应具有区域代表性，样本在空间上应尽量均匀分布，样本数量应满足统计学的基本要求，每种地物类型的样本数量不少于 30 个。

7.2.1.3 样本数据的采集时间与花生种植面积监测时间应处于同一个农业生产季。

7.2.2 样本类别

用于花生种植面积识别的样本数据包括训练样本和验证样本数据。

7.2.3 获取方式

获取方式包括：

- a) 地面采集：工作人员携带能获取地面样本坐标信息的设备（如GPS手持机），记录样本的坐标信息，并同步采集地物类别、照片等信息。可参照附录B.1。
- b) 航拍采集：使用航拍设备采集样本区域高精度航空影像，经过几何校正和拼接，结合地面调查，采用目视判读勾绘地物类别的方式获取样本。
- c) 高分辨率卫星影像采集：使用更高空间分辨率的卫星遥感影像，结合实地调查，采用目视判读勾绘地物类别的方式获取样本。

7.3 其他数据

为提高花生种植面积遥感监测的精度，其他数据应包括：

- a) 监测区域行政区划图；
- b) 监测区域花生种植面积信息的统计年鉴数据；
- c) 监测区域花生种植面积遥感监测历史成果数据等。

8 遥感分类识别

8.1 遥感分类体系

基于样本数据获取监测区域的花生、玉米、大豆、其他同期作物、建筑用地、水体、林地等地物的遥感分类参数。采用J-M距离来衡量不同地物类型之间的可分性，计算方法见附录C。

8.2 遥感分类方法

基于样本数据，可选择较为常见的监督分类方法进行分类，如最大似然分类（MLC）、随机森林（RF）和支持向量机（SVM）等，分类方法的参数及计算步骤见附录D。

8.3 遥感分类

将遥感分类参数、训练样本输入选择的分类方法进行分类，将分类结果中非花生的地物类型归并为一类，花生类型保持原类别，分析得到监测区域内的花生种植面积遥感分类结果。

8.4 分类后处理

8.4.1 分类结果修正：将花生种植面积遥感分类结果与遥感影像叠加，采用人工目视检查，对“错分”“漏分”结果进行判读修改。

8.4.2 结果拼接与修正：将由多幅卫星影像获取的分类结果进行拼接，并消除拼接线两侧分类结果的差异和错误。

9 精度验证

基于验证样本采用混淆矩阵中的总体精度，作为花生种植面积遥感监测结果精度验证指标。按照式（1）计算总体精度，总体精度应不低于90%。

$$p_c = \frac{\sum_{i=1}^k p_{ij}}{p} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

p_c ——总体精度，以百分数（%）表示；

k ——类别的数量；

p ——样本的总数；

p_{ij} ——遥感分类为*i*类，而实测类别也为*i*类的样本数目。

10 面积量算和统计

采用GIS软件对监测区域分类的监测农作物进行面积量算。依据监测要求和条件，确定需要扣除面积的线状地物类型（如道路、沟渠等）。采用抽样的方式，确定该类线状地物的扣除系数，根据扣除系数计算花生种植面积的实际面积。可参照附录E。

11 监测专题图与监测报告

11.1 监测专题图

花生种植面积遥感监测专题图要素应包括图名、图例、比例尺、制图单位、制图时间等，内容包括行政区划等信息。其中，专题地图要素制作方式按GB/T 20257的规定执行。可参照附录F。

11.2 监测报告

花生种植面积遥感监测报告内容包括采用的卫星及传感器、影像获取时间、监测时间、样本信息、分类方法、分类精度、花生种植面积等信息。统计表格包括根据遥感监测结果获取的分行政区花生种植面积汇总数据。

附 录 A
(资料性)
花生种植面积遥感监测最佳时间表

花生种植面积遥感监测最佳时间表见表A.1。

表 A.1 花生种植面积遥感监测最佳时间表

区域	地区	生育期	播种出苗期	开花下针期	饱果成熟期	最佳监测时间
黄淮海花生区	山东、河南、河北、江苏、安徽	5-9月	4-5月	7月	9月	6-8月
长江流域花生区	四川、湖南、湖北、江西、浙江、重庆	4-8月	3-4月	6月	8月	5-7月
华南花生区	广东、广西、福建、海南	2-7月	2-3月	4月	6月	4-6月
东北花生区	辽宁、吉林、黑龙江	5-9月	4-5月	6月	9月	6-8月

附录 B
(资料性)
样本数据地面调查表

样本数据地面调查表见表B.1。

表 B.1 样本数据地面调查表

序号	GPS 编号	照片编号	地物类型	样本位置	调查时间	调查人

附 录 C
(资料性)
样本可分性计算方法

样本的可分性是指样本之间的相似度，可用J-M距离来评估。计算公式如下：

$$JM = 2(1 - e^{-B}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$B = \frac{1}{8}(e_1 - e_2)^2 \frac{2}{\delta_1 + \delta_2} + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\delta_1^2 + \delta_2^2}{2\delta_1 \delta_2} \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

B ——某一特征的巴氏距离；

e_1 、 e_2 ——两个类别特征的均值；

δ_1 、 δ_2 ——两个类别特征的方差。

J-M距离的数值范围是[0,2]，J-M距离值越大代表着目标 两种地物之间差异越大，显示的差异性更明显，更加有利于目标地物的分离。

当J-M=0时，说明两个类别在某个特征上几乎完全混淆，不具备可分性；

当J-M=2时，说明两个类别在某个特征上能够完全分开；

当 $0 \leq J-M < 1$ 时，说明两个类别不具备可分性，应该合并；

当 $1 \leq J-M < 1.9$ 时，说明两个类别具有一定的可分性，需要对样本进一步筛选；

当 $1.9 \leq J-M \leq 2$ 时，说明两个类别可分离性高，样本合格。

附录 D (资料性) 遥感分类方法

D.1 最大似然分类

最大似然法是基于概率判别函数和贝叶斯判别规则，将数据假设为符合正态分布，统计并计算遥感影像中待分类区域像元的归属概率，将概率相似度最大的归为一类的分类方法。最大似然法的判别函数为：

$$g_i(x) = \ln a_i - \frac{1}{2} \ln |C_i| - \frac{1}{2} (X - M_i)^T C_i^{-1} (X - M_i) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$i = 1, 2, 3, \dots$;

m ——指定的类别，共 m 类；

a_i ——未知像元属于 i 类先验概率值；

C_i ——第 i 类的协方差矩阵， C 为 C_i 的逆矩阵；

X ——像元特征向量；

M_i ——第 i 类的均值向量。

在进行分类统计时利用训练样本光谱特征的均值和协方差来代替 M_i 和 C_i 。

分类步骤：

- a) 确定不同训练样本的类型；
- b) 利用确定后的训练样本来统计每一类的特征值并输入相应的判别函数；
- c) 扫描图像上的每一个像元，且把每个像元的值都代入第二步中的判别函数，从而可以知道每个像元属于每类训练样本的概率，最后将像元归到是最大判别函数的那类。

D.2 随机森林

随机森林 (Random forest, RF) 是一种使用决策树的集成方法，它通过引入随机性来提高抗过拟合和抗噪声能力。RF从样本选择和特征选择两个角度表现其随机性。RF使用Bootstrap重采样方法从数据集中抽取样本，并在每个样本的特征中随机选择一部分来生成决策树。决策树的生长通过在随机子集上进行最佳分割来实现，最佳分割根据基尼系数确定，旨在获得最大的类间异质性。在每个样本放回后，这个过程重复进行，逐步构成森林，最终对样本进行预测和分类。

分类步骤：

- a) 从 N 个训练样本中以有放回的抽样方式，抽取 n 个样本，得到一个样本子集，抽取的子样本集是原始样本数据集的 $2/3$ ；
- b) 同上，从 M 个特征变量中有放回的随机抽取 m 个特征；
- c) 利用 m 个特征结合 n 个样本建立分类决策树，生成随机森林；
- d) 重复上述步骤，最终形成 N 棵决策树的随机森林分类模型；
- e) 构建了随机森林分类模型后，可以通过多数投票的方式对新数据进行预测。当新的样本输入时，每棵决策树都会对其进行分类，最后以得票最多的类别作为该样本的分类结果。

在RF算法中有两个重要参数：特征变量的个数 (number of feature variables, M) 和随机森林中分类树个数 (number of trees, T)。 T 为最大迭代次数，也就是最多允许的决策树的数目，值过小可能会导致欠拟合，值过大可能会导致过拟合，一般100比较适合， M 为特征变量个数的平方根。

D.3 支持向量机

支持向量机(SVM)是一种基于统计学习理论的模式识别算法,能够根据有限的样本信息寻找最优分类结果。SVM非线性分类的思想是把输入样本经过非线性变换映射到高维核空间,在高维核空间中寻找最优分类超平面,将样本集分为两类,并使两类间隔最大。

设有一个最优超平面能将两个类别分开,可用下式(4)表示:

$$f(x) = w^T \phi(x) + b \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

w 、 b ——为超平面的法向量和截距;

$\phi(x)$ ——将 x 映射到更高维空间后的特征向量。

为使间隔最大化,有

$$\max_{w,b} \frac{2}{\|w\|}, s. t. y_i(w^T \phi(x_i) + b) \geq 1(i = 1, 2, \dots, m) \quad \dots\dots\dots (5)$$

简化计算,最大化 $\frac{2}{\|w\|}$ 相当于最小化 $\|w\|$,于是有

$$\min_{w,b} \frac{1}{2} \|w\|^2, s. t. y_i(w^T \phi(x_i) + b) \geq 1(i = 1, 2, \dots, m) \quad \dots\dots\dots (6)$$

利用核函数 $K(x_i, y_i)$ 进行求解,

$$K(x_i, y_i) = \langle \phi(x_i), \phi(y_i) \rangle = \phi(x_i)^T \phi(y_i) \quad \dots\dots\dots (7)$$

即可得到,

$$f(x) = \sum_{i=1}^m a_i y_i K(x_i, x) + b \quad \dots\dots\dots (8)$$

常见的核函数包括:

(1) 线性核 (Linear Kernel): 适用于线性可分的数据。

$$K(x_i, x_j) = x_i^T x_j \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中: T 为自定义参数。

(2) 多项式核 (Polynomial Kernel): 适用于非线性数据。

$$K(x_i, x_j) = (x_i^T x_j)^d \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中: $d \geq 1$ 为多项式阶数。

(3) 径向基函数核 (RBF Kernel): 也称高斯核,常用于非线性数据。

$$K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|) \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中: $\gamma = 1/2\sigma^2$, σ 为核函数宽度。

(4) Sigmoid核 (Sigmoid Kernel): 模拟神经网络的激活函数。

$$K(x_i, x_j) = \tanh(a(x_i, x_j) + v) \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中： \tanh 为双曲正切数， $a>0$ ， $v>0$ 。

分类步骤：

- a) 依次把某个类别的样本归为一类，其他剩余的样本归为另一类；
- b) 将上述分类结果进行测试，每个测试都有一个结果，分类时将未知样本分类为具有最大分类函数值的那类，于是最终的结果便是测试结果函数值最大的一个作为分类结果。

附 录 E

(资料性)

花生种植面积遥感监测统计表

花生种植面积遥感监测统计表见表E.1。

表 E.1 花生种植面积遥感监测统计表

名称	面积/公顷
合计	

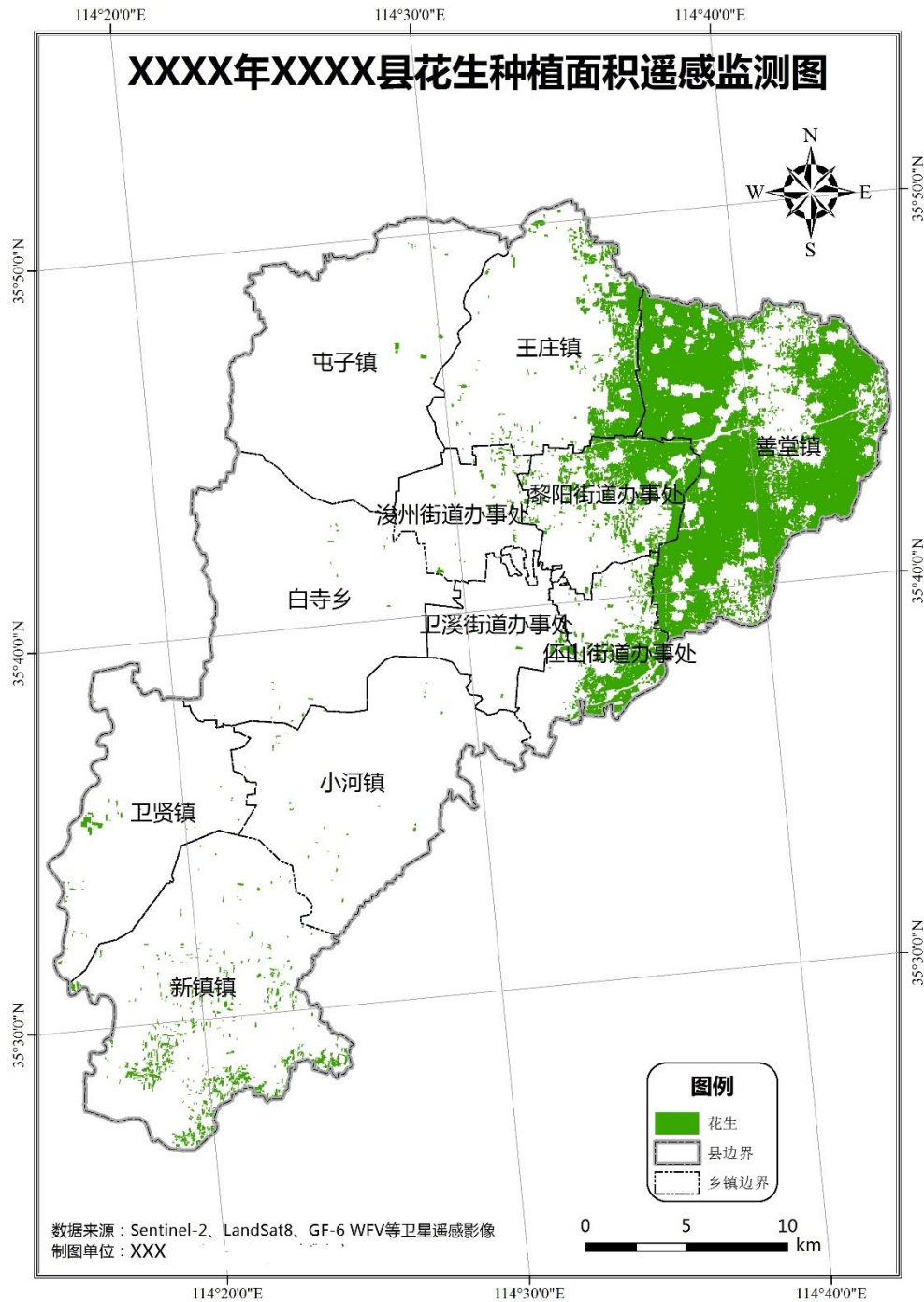
附录 F

(资料性)

花生种植面积遥感监测图

花生种植面积遥感监测统计图见图F.1。

图 F.1 花生种植面积遥感监测图



参 考 文 献

- [1] 郭其乐,李军玲,郭鹏.基于作物双时相遥感特征的花生种植区提取[J].应用气象学报,2022,33(2):218-230.
- [2] 张彦,刘婷,包卓雅,等.基于 Sentinel-2 与 GF-6 WFV 数据的花生种植面积提取差异分析[J].河南农业科学,2021,50(6):163-170.
- [3] 贾树海,杨亮,王潇雪.基于多时相遥感影像的花生种植面积提取—以彰武县北部为例[J].国土与自然资源研究,2014,(1):68-70.
- [4] DB37/T 3240-2018 农作物种植面积遥感监测技术规程 大蒜.
- [5] DB37/T 3243-2018 农作物种植面积遥感监测技术规程 棉花.
- [6] DB37/T 3241-2018 农作物种植面积遥感监测技术规程 冬小麦.
- [7] DB37/T 3242-2018 农作物种植面积遥感监测技术规程 马铃薯.
-