

# 卫星遥感影像识别技术在农田种植格局中的应用

郭凌峰 安晓宇 王惟实  
哈尔滨航天恒星数据系统科技有限公司  
DOI:10.32629/as.v9i2.3695

**[摘要]** 农田种植格局监测是保障粮食安全、优化农业资源配置的核心环节,传统实地调研方式存在耗时冗长、覆盖范围有限、成本偏高的缺陷(单次调研周期超过30天,每亩成本约2元)。本文依据《农业遥感应用技术规范》(NY/T 3956-2021),整合高分系列卫星与哨兵卫星影像数据,系统剖析卫星遥感影像识别技术(包括光谱识别、纹理解析、深度学习分类等)在作物类型界定、种植面积核算、物候期追踪中的应用机理。通过搭建“数据预处理—特征提取—模型分类—精度校验”的技术框架,实现农田种植格局的快速精准辨识。实践验证表明,该技术可使作物类型识别准确率达92%以上,种植面积核算误差控制在5%以内,监测周期压缩至7天,为农业主管部门制定种植规划、病虫害防控方案提供数据支撑,助力智慧农业建设进程。

**[关键词]** 卫星遥感; 影像辨识; 农田种植格局; 作物界定; 物候追踪  
**中图分类号:** P134.3 **文献标识码:** A

## Application of Satellite Remote Sensing Image Recognition Technology in Farmland Cropping Patterns

Lingfeng Guo Xiaoyu An Weishi Wang  
Harbin Aerospace Hengxing Data System Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** Monitoring farmland cropping patterns is a core component in ensuring food security and optimising agricultural resource allocation. Traditional field survey methods suffer from drawbacks including time-consuming procedures, limited coverage, and high costs (each survey cycle exceeding 30 days, with costs of approximately ¥2 per mu). This paper, based on the Technical Specifications for Agricultural Remote Sensing Applications (NY/T 3956-2021), integrates Gaofen satellite and Sentinel satellite imagery data. It systematically analyses the application mechanisms of satellite remote sensing image recognition technologies—including spectral recognition, textural analysis, and deep learning classification—in crop type delineation, cultivated area calculation, and phenological phase tracking. By establishing a technical framework encompassing ‘data pre-processing—feature extraction—model classification—accuracy validation’, this approach enables rapid and precise identification of agricultural planting patterns. Practical validation demonstrates that this technology achieves over 92% accuracy in crop type recognition, maintains planting area calculation errors within 5%, and reduces monitoring cycles to 7 days. It provides data support for agricultural authorities in formulating planting plans and pest control strategies, thereby advancing the development of smart agriculture.

**[Key words]** Satellite Remote Sensing; Image Recognition; Agricultural Cropping Patterns; Crop Delineation; Phenological Tracking

### 引言

《“十四五”全国农业绿色发展规划》明确提出“构建天地一体化农业资源监测体系”,农田种植格局监测是该体系的核心内容。卫星遥感影像识别技术凭借“广覆盖、高效率、低成本”的特性,已成为农田种植格局监测的核心技术手段。李民赞(2023)研发的深度学习作物分类模型,将识别精度提升至95%;某

省农业农村部门借助高分六号卫星影像,仅用10天便完成全省小麦种植面积核算,工作效率提升20倍<sup>[1]</sup>。本文结合实际技术应用案例,深入探讨卫星遥感影像识别技术在农田种植格局监测中的实施路径,旨在解决行业现存的监测效率低、精度差等痛点问题。

### 1 卫星遥感影像识别技术原理与核心优势

### 1.1 技术原理

卫星遥感影像识别通过卫星搭载的光学、微波传感器捕获农田地表反射信息,经由以下流程完成种植格局识别:

1.1.1 数据预处理:对原始影像实施辐射校正(消除大气散射干扰)、几何校正(修正卫星姿态偏差)及图像裁剪,保障影像精度(几何误差 $\leq 1$ 个像素)。

1.1.2 特征提取:挖掘作物的光谱特征(如小麦近红外反射率高于玉米)、纹理特征(如稻田呈现规则网格纹理)、时相特征(如油菜花期光谱反射率出现突变)。

1.1.3 模型分类:运用监督分类(如支持向量机SVM)、无监督分类(如K-均值聚类)或深度学习(如卷积神经网络CNN)模型,对提取的特征进行分类,区分不同作物类型及种植区域。

1.1.4 精度校验:通过实地布设100-200个验证点进行采样,构建混淆矩阵计算识别精度(总体精度 $\geq 85\%$ 为合格标准)<sup>[2]</sup>。

### 1.2 核心优势

1.2.1 广域覆盖:单颗高分卫星单次成像覆盖范围超3万平方公里,可实现省级农田全域一次性监测,规避传统调研存在的碎片化问题。

1.2.2 高效更新:光学卫星(如高分六号)重访周期为3-7天,微波卫星(如哨兵一号)具备全天候监测能力,能够满足作物生长周期内的动态监测需求(如小麦返青期、灌浆期的跟踪监测)。

1.2.3 经济高效:每亩农田遥感监测成本约0.3元,仅为传统实地调研(2元/亩)的15%,且监测周期从30天缩短至7天以内。

## 2 卫星遥感影像识别在农田种植格局中的关键应用场景

### 2.1 作物类型精准界定

作物类型识别是种植格局监测的基础工作,传统方法依赖人工目视解译,误差率超15%,而卫星遥感通过“光谱分析+深度学习”融合技术实现精准分类<sup>[3]</sup>:

2.1.1 光学遥感分类:利用不同作物的光谱差异实现分类,例如水稻孕穗期红光反射率(0.2-0.3)低于大豆(0.3-0.4)。

2.1.2 微波遥感补盲:针对阴雨天气下光学影像失效的问题,哨兵一号微波卫星借助作物含水量差异(小麦含水量20%、棉花含水量15%)识别作物类型,阴雨天气下识别精度仍可维持85%以上。

2.1.3 多源数据融合:整合高分六号(2米分辨率)与哨兵二号(10米多光谱)影像数据,既保证分类精度,又扩大监测覆盖范围。

### 2.2 种植面积精确核算

种植面积是制定粮食产量预测方案、农业补贴政策的关键数据,卫星遥感通过以下技术实现精确核算:

2.2.1 阈值分割法:设定作物光谱反射率阈值(如NDVI植被指数 $\geq 0.3$ 判定为农田区域),自动提取农田范围,通过像素面积换算(1个2米像素对应4平方米)得出种植面积。

2.2.2 精度修正:针对农田与非农用地交界的边缘混合像元,采用“线性分解法”进行修正,降低面积核算误差(将误差控制在5%以内)。

2.2.3 动态更新:结合作物不同生长阶段的影像(如小麦播种后1个月、成熟前1个月),排除撂荒田、套种田等干扰因素,保障面积核算的准确性<sup>[4]</sup>。

### 2.3 作物物候期动态追踪

作物物候期(如播种期、开花期、成熟期)直接影响种植管理决策,卫星遥感通过“时相光谱变化分析”实现物候期动态追踪:

2.3.1 NDVI指数监测:归一化植被指数(NDVI)随作物生长呈现“上升-稳定-下降”的变化趋势,例如小麦返青期NDVI从0.4升至0.7,可通过NDVI突变点判定物候期节点。

2.3.2 高光谱特征分析:利用高光谱影像(如高分五号,光谱分辨率5纳米)监测作物叶绿素含量变化,水稻抽穗期叶绿素含量达到峰值,可据此精准定位抽穗期。

2.3.3 物候期预警:将监测获取的物候期数据与历史数据对比,若玉米开花期推迟7天以上,自动触发“生长迟缓”预警,为农户调整水肥管理提供指导。

### 2.4 种植结构空间格局分析

卫星遥感可直观呈现农田种植的空间分布特征,为种植结构优化提供数据依据<sup>[5]</sup>:

2.4.1 空间分布制图:基于影像分类结果绘制“作物种植分布图”,标注不同作物的空间分布位置(如平原区域以小麦种植为主,丘陵区域以果树种植为主)。

2.4.2 种植集中度分析:通过计算“种植集中度指数”,识别连片种植区域(如某区域小麦连片种植面积超1万亩,可规划实施机械化作业)。

2.4.3 轮作休耕监测:对比连续两年的卫星影像数据,追踪轮作(如小麦-玉米轮作)、休耕区域的分布及实施情况。

## 3 应用中的现存问题与优化策略

### 3.1 现存问题

3.1.1 影像分辨率制约:中低分辨率卫星(如MODIS,分辨率250米)难以识别小块农田( $< 0.1$ 亩),导致散户种植面积核算误差偏大。

3.1.2 作物光谱混淆:存在同物异谱(如不同品种小麦光谱差异微小)、异物同谱(如苗期大豆与杂草光谱相似)现象,导致分类精度下降(误差超过8%)。

3.1.3 数据处理难度大:遥感数据处理需依托专业软件(如ENVI、ArcGIS)及专业技术人员,基层农业部门(如县乡级)技术储备不足,难以独立开展应用工作。

3.1.4 天气因素影响:阴雨天气会导致光学卫星影像无法获取,微波卫星虽可实现全天候监测,但分辨率较低(如哨兵一号分辨率10米),影响精细分类效果<sup>[6]</sup>。

### 3.2 优化策略

3.2.1 推广高分辨率影像应用:普及高分七号(分辨率0.5米)、worldview卫星(分辨率0.3米)影像数据,满足小块农田识别需求,某县应用高分七号后,散户种植面积核算误差降至4%。

3.2.2 强化特征融合与模型优化:融合光谱特征与纹理、时

相特征,采用“CNN+注意力机制”模型,突出作物独特特征,解决光谱混淆问题。

3.2.3开发轻量化应用工具:研发“农田遥感监测小程序”,集成数据预处理、分类识别、图表输出等功能,基层工作人员通过手机即可操作,使县乡级部门独立应用率从30%提升至75%<sup>[7]</sup>。

3.2.4构建多源卫星协同体系:建立“光学卫星(高分系列)+微波卫星(哨兵系列)”协同监测机制,光学卫星负责精细分类,微波卫星负责阴雨天气补盲,确保监测工作连续不间断<sup>[8]</sup>。

## 4 实践案例与应用成效

### 4.1某省小麦种植面积监测案例

该省耕地总面积8000万亩,2024年采用“高分六号卫星+SVM分类模型”开展小麦种植面积监测工作:

4.1.1数据处理:获取3月(小麦返青期)高分六号影像,经辐射校正、几何校正后,提取NDVI指数。

4.1.2分类识别:基于NDVI指数与纹理特征,采用SVM模型进行分类,区分小麦与其他作物类型。

4.1.3精度验证:布设200个实地验证点,计算得出总体分类精度94%,Kappa系数0.92。

4.1.4应用成效:10天内完成全省3200万亩小麦种植面积核算,工作效率较传统调研(30天)提升2倍,核算误差3.5%,为该省小麦补贴发放工作提供了精准的数据支撑<sup>[9]</sup>。

### 4.2某县水稻物候期监测与病虫害预警案例

该县为水稻主产区,2024年采用“哨兵二号卫星+NDVI监测法”开展水稻物候期监测与病虫害预警工作:

4.2.1物候期监测:每7天获取一次哨兵二号影像,通过NDVI变化趋势判定水稻返青期(3月中旬)、抽穗期(7月上旬),与历史数据对比发现抽穗期提前5天,及时指导农户提前调配收割机械。

4.2.2病虫害预警:水稻纹枯病发生时,NDVI指数会下降10%~15%,通过影像监测发现某乡镇水稻种植区NDVI出现异常下降,实地核查确认发生纹枯病,及时组织开展防治工作,减少减产损失150万元。

4.2.3应用成效:该县水稻亩产提升8%,病虫害防治成本降低20%,充分验证了卫星遥感技术在农田种植管理中的实用价值<sup>[10]</sup>。

## 5 结论与展望

卫星遥感影像识别技术凭借“广域覆盖、高效监测、精准分类”的核心优势,有效解决了农田种植格局监测领域存在的效率低、精度差、成本高等行业痛点,为农业主管部门提供了“从宏观规划到微观管理”的全流程数据支撑。当前该技术应用已实现“作物分类精度92%、面积核算误差5%、监测周期7天”的核心指标,能够满足智慧农业发展的基础需求。

## 参考文献

- [1]中华人民共和国农业农村部.NY/T3956-2021 农业遥感应用技术规范[S].北京:中国农业出版社,2021.
- [2]中国农业科学院.2024中国农业遥感应用报告[R].北京:中国农业科学院农业资源与农业区划研究所,2024.
- [3]李民赞.基于深度学习的农田作物遥感分类技术研究[J].农业工程学报,2023,39(8):152-160.
- [4]国务院.“十四五”全国农业绿色发展规划[Z].2022.
- [5]高分卫星应用中心.高分六号卫星农业应用白皮书[R].北京:国家航天局对地观测与数据中心,2024.
- [6]EuropeanSpaceAgency.Sentinel-2UserHandbook[R].Paris:EuropeanSpaceAgency,2023.
- [7]王纪华.卫星遥感技术在农田种植结构监测中的应用进展[J].遥感学报,2023,27(5):1123-1138.
- [8]刘良云.农业遥感大数据与精准农业应用[M].北京:科学出版社,2022:89-105.
- [9]NASA.MODIS Vegetation Index User Guide[R].Washington D.C.:National Aeronautics and Space Administration,2023.
- [10]某省农业农村厅.2024年小麦种植面积遥感监测报告[R].2024.

## 作者简介:

郭凌峰(1990--),男,汉族,黑龙江人,大学本科,中级工程师,主要研究方向:遥感数据处理及分析。