

农业遥感

基于Sentinel-2影像的冬小麦种植面积早期提取研究*

牛鲁燕*, 封文杰, 侯学会

(山东省农业科学院农业信息与经济研究所, 济南 250100)

摘要:【目的】文章旨在探讨基于高分辨率多光谱遥感影像进行冬小麦种植面积早期快速提取、冬小麦空间分布情况快速制图与精度验证的方法,为山东省冬小麦高产、优质种植和农艺肥水的处方决策提供全局性信息。【方法】(1)对Sentinel-2遥感影像数据进行预处理,然后采用历史种植分布数据自动提取与人工选取相结合方式构建冬小麦识别样本库,将样本分为小麦、林地、水体、建筑和道路及其他作物五大类;(2)采用随机森林算法计算机自动分类与影像人工解译相结合的方式,提取研究区冬小麦种植面积,绘制冬小麦种植空间分布图,并进行精度验证。【结果】(1)解译得到研究区冬小麦种植面积为54.41万 hm^2 ,冬小麦种植面积的总体分布精度为97.05%,kappa系数为0.94,解译效果良好;(2)该文提出的方法可实现冬小麦种植面积高精度提取以及快速制图。【结论】早期精准掌握冬小麦种植面积及空间分布信息,能够为地方政府和农业部门指导农事活动提供科学依据。

关键词: Sentinel-2; 冬小麦; 种植面积; 快速提取

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20240101

0 引言

冬小麦是我国主要粮食作物之一,播种面积占全国粮食作物总播种面积的20%左右。与收获前面积预估相比,小麦种植面积的早期精准预估是关系粮食市场价格的现实问题,也是国家制定粮食政策和经济计划的重要依据^[1]。传统的小麦种植面积数据主要是通过抽样调查和统计报表^[2]的方式获取,这种方式耗费大量的人力物力^[3],既不能保证数据的客观性,也难以体现小麦种植的时空分布规律。近年来,遥感技术在取得长足发展的同时,在农作物识别、估产等方面的应用已经进入业务化运行^[4]。

遥感技术的发展为农作物种植面积识别提供了丰富的数据源,与传统方法相比,遥感技术具有实时、迅速、范围广等特点^[5],在作物面积预估方面具有不可替代的优势。在冬小麦面积提取方面,张建国等^[6]基于Landsat增强型专题测绘器(Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus, Landsat ETM+)遥感影像,利用面向对象的分类方法提取山东省

收稿日期: 2024-01-24

※第一作者简介: 牛鲁燕(1983—), 硕士、助理研究员, 同时也是通信作者。研究方向: 农业信息与农业遥感。
Email: nly83412@126.com

*基金项目: 国家重点研发计划项目“农情高频立体与集约共享式精细服务应用示范”(2021YFB3901303)

桓台县冬小麦种植面积，整个研究区的提取误差是 -111 hm^2 ，能够满足实际应用的需求。范磊等^[7]利用多尺度分割思想对冬小麦种植面积进行提取，监测结果减轻了传统分类方法的椒盐效应，监测结果与验证样方数据比较精度为94.06%。欧阳玲等^[8]以黑龙江省北安市为研究区，以 Landsat8 陆地成像仪 (Landsat8 Operational Land Imager, Landsat8 OLI) 和多时相高分一号 (GF-1) 为遥感数据源，基于物候信息和光谱特征确定的农作物识别关键时期和特征参数，构建面向对象的决策树分类模型，作物分类效果较好，总体精度达87.54%，kappa系数为0.8115。王红营等^[9]基于中分辨率成像光谱仪归一化植被指数 (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer-Normalized Difference Vegetation Index, MODIS-NDVI) 数据，通过时间序列谐波分析 (Harmonic Analysis of Time Series, HANTS) 滤波重构 NDVI 物候曲线，并采用 CART 算法实现华北平原 2000—2013 年冬小麦面积提取，为该地区农业结构优化和资源合理利用提供科学支撑。可见，遥感技术在国内大面积农作物面积提取方面的应用研究，主要应用低空间分辨率的 MODIS 数据^[10-11]、中等分辨率的专题制图仪 (Thematic Mapper, TM) 数据^[12-14] 和国产环境一号卫星 (Huanjing-1A/1B, HJ-1A/1B) 数据^[15-16]，但由于数据重访周期限制以及空间分辨率较低的原因，一定程度上影响了数据在田块尺度精准农业上的使用。此外，由于卫星固定过境时间的不确定因素，多云或阴天等天气条件造成的数据质量问题，往往会导致研究区关键物候期数据匮乏^[17]。在 Sentinel-2 数据利用方面，Ali 等^[18]基于哨兵 2 号 (Sentinel-2) 卫星 10 m 分辨率影像，提取了 2016 年和 2017 年黎巴嫩小麦主产区贝卡平原的冬小麦生长区域；Vasileios 等^[19]基于 Sentinel-2 数据在西班牙纳瓦拉农业区进行了作物识别方法的研究；Parida 等^[20]采用多时相 Sentinel-1A 数据提取了冬小麦的种植区域，并证明研究区基于垂直发送和水平接受 (Vertical-Horizontal, VH) 极化提取的冬小麦种植面积的精度要高于垂直发送和垂直接受 (Vertical-Vertical, VV) 极化。国内方面，黄青等^[21]基于经过滤波重构的 MODIS 植被指数产品，结合不同区域冬小麦物候差异，提出了一种关键生长季时序 NDVI 曲线匹配的方法，实现了对华北粮食主产区基于 MODIS 数据和 Sentinel-2 数据的冬小麦面积快速提取；耿云憬等^[22]基于 Sentinel-1A 数据对河南省驻马店市的 4 个产粮大县冬小麦种植面积进行了提取；王蓉等^[23]以 Sentinel-2A 影像为基础数据源，提取了山西省闻喜县冬小麦种植面积。总体来看，鲜有利用 Sentinel-2 数据对山东省冬小麦种植面积进行提取的研究。

目前，利用高时间分辨率、高空间分辨率、高光谱和多光谱数据来提取农作物的种植面积，是当前农业遥感领域研究的热点问题^[24]。基于此，文章以山东省德州市为研究区域，选择 Sentinel-2 卫星影像为遥感数据源，以小麦关键生育期为时间窗口，研究如何快速高效地提取冬小麦的种植面积，并进行精度验证与空间反演，以期为山东冬小麦的高产、优质种植提供理论支撑，为山东冬小麦农艺肥水处方决策提供全局信息。

2024年2月

1 研究区与数据

1.1 研究区

该文选择山东省德州市为研究区域。德州是中国的老粮仓，是全国第一个“亩产过吨粮，总产过百亿”的地级市，地处中国华东地区、山东西北部、黄河下游北侧冲积平原，位于东经 $115^{\circ}45' \sim 117^{\circ}36'$ 、北纬 $36^{\circ}24'25'' \sim 38^{\circ}0'32''$ 。德州市气候受季风影响显著，四季分明、冷热干湿界限明显，大陆性气候特征显著。全年光照资源丰富，日照时数长、光照强度大；年平均降水量为547.5 mm，东部多于西部，南部多于北部。德州市农作物以粮食作物为主，主要有冬小麦、玉米、豆类和薯类等。

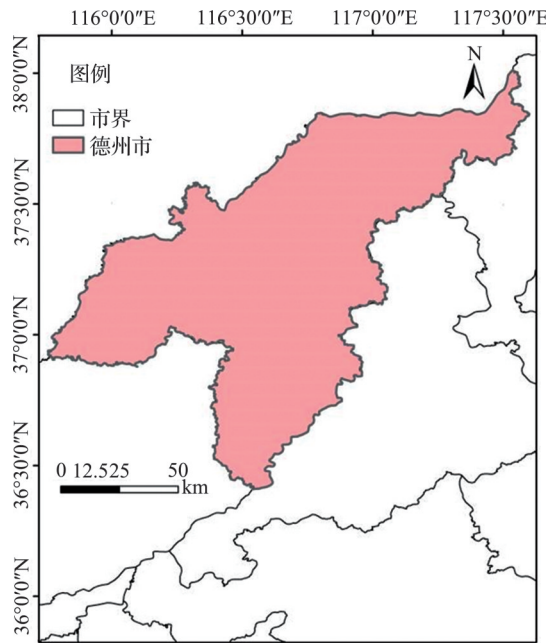


图1 研究区地理概况与行政区划

Fig. 1 Schematic diagram of the geographical overview and administrative division of the study area

1.2 数据来源

1.2.1 遥感影像数据

该文选用Sentinel-2遥感影像为作为冬小麦种植面积提取的遥感数据。Sentinel-2是欧洲航空局的高分辨率多光谱成像卫星，携带一枚多光谱成像仪（Multi-Spectral Imaging, MSI），由Sentinel 2A和Sentinel 2B两颗卫星组成，卫星高度为786 km，覆盖13个光谱波段，幅宽达290 km。Sentinel-2地面分辨率可达到10 m，一颗卫星的重访周期为10 d，两颗互补，重访周期为5 d。

Sentinel-2具有的较高空间分辨率、高时间分辨率，为冬小麦种植面积的提取减少了混合像元的影响，并为冬小麦长势持续跟踪提供了条件。

表 1 Sentinel-2 技术参数

Table 1 Band parameters of Sentinel-2 Data

波段	描述	中心波长(nm)	空间分辨率(m)	波长(nm)	带宽(nm)
B1	超蓝(沿海气溶胶)	443	60	433~453	45
B2	蓝	490	10	458~523	98
B3	绿	560	10	543~578	46
B4	红	665	10	650~680	39
B5	可见光和近红外、植被红边	705	20	698~713	20
B6	可见光和近红外、植被红边	740	20	733~748	18
B7	可见光和近红外、植被红边	783	20	773~793	28
B8	可见光和近红外、近红外	842	10	785~900	133
B8a	可见光和近红外、植被红边	865	20	785~900	32
B9	短波红外、水蒸气	940	60	935~955	27
B10	短波红外-卷云	1 375	60	1 360~1 390	76
B11	短波红外	1 610	20	1 565~1 655	141
B12	短波红外	2 190	20	2 100~2 280	238

1.2.2 波段选择

由于单一波段的表现信息能力有限，合理地利用多波段组合对于地物识别、农作物种植面积提取工作至关重要。Sentinel-2 影像共有 13 个光谱波段，影像信息比较丰富，不同的波段组合会显示出来地物的不同表征颜色。为了突出地物特征，通常选择其中 3 个波段分别赋予红色、绿色、蓝色，并进行波段合成，以便于目视识别地物。

各土地利用类型信息的提取与地表植被的覆盖状况有很大关系，不同的利用类型有其特有的植被覆盖特征，因此波段选择应选择对绿色植被有较好反映的波段^[25]。根据冬小麦种植面积提取的需要和获得最佳目视解译效果原则，参考目前通用的 Sentinel-2 波段合成组合（表 2），对比分析多个不同波段组合影像，从而确定最佳波段组合影像图（图 2）。

表 2 Sentinel-2 波段合成组合

Table 2 Sentinel-2 band synthesis combination

波段	主要用途	波段	主要用途
B4、B3、B2	自然真彩色	B12、B8、B4	短波红外
B8、B4、B3	标准假彩色	B11、B8、B2	农业
B4、B3、B1	水深测量	B12、B11、B2	地质波段
$(B8-B4)/(B8+B4)$	植被指数	$(B8a-B11)/(B8a+B11)$	水分指数

11 月中旬，小麦处于分蘖期，树木还未完全落叶，根据地块纹理和农作物候特征，结合区域地点和景观特征，可以选择波段 B8-B4-B3 组合影像（标准假彩色）、波段 B11-B8-B2 组合影像（农业），利用近红外（B8）波段，它对叶绿素的反射效果特别好。在 B4-B3-B2 波段组合影像中，道路、裸地等地类表现力比较符合实际的目视解译效果，可以选择作为解译的辅助组合。

2024年2月

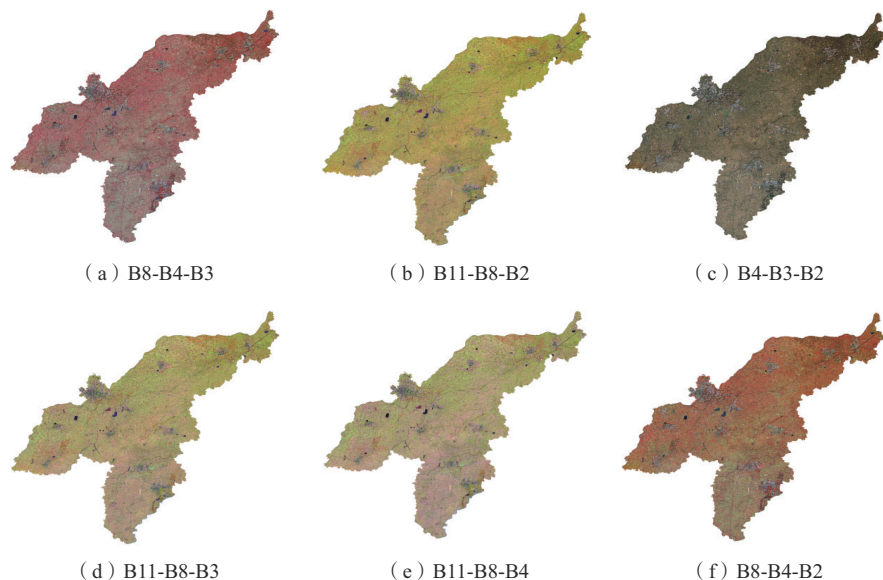


图2 德州市 Sentinel-2 卫星不同波段组合影像

Fig. 2 Combined images of Sentinel-2 satellite in different bands in Dezhou City

1.2.3 时相选择

适宜时相的选择不仅可以强化目标作物信息,提高与作物产量关系的显著性,还可以弱化其他因子的干扰,从而降低遥感信息中的不确定性,在信息的处理和订正方面减小难度^[26]。

山东冬小麦从播种到收获全生育期为230~240 d,历经秋末、冬、春和夏初4个时节。根据山东作物物候和冬小麦年际生育期实际特点,遥感影像数据获取日期选择每年10月上旬至次年5月下旬的时间范围。为了实现冬小麦面积的早期提取,该文选用了11月中旬的遥感影像。

1.2.4 数据预处理

在遥感影像成像过程中,卫星速度变化、电磁波与大气相互作用、随机噪声等因素的影响会导致影像失真,为了消除这些影响,需要对影像进行预处理^[27]。遥感影像预处理的主要目的是对图像中无关的信息进行消除,恢复可用的真实信息,最大限度地简化数据,增强可用信息的可检测性,从而改进特征识别,提高提取的可靠性^[28]。

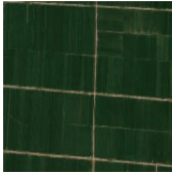
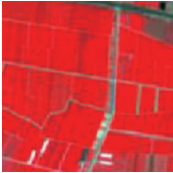






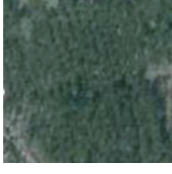

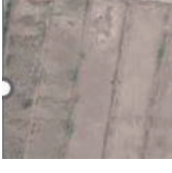



该文下载的 Sentinel-2 数据是经过大气层底层反射率 (Bottom of Atmosphere, BOA) 正射校正后的 L2A 级数据,图像清晰,具有更高的亮度和对比度,更接近真实影像。将 Sentinel-2 数据分别进行辐射定标、正射校正、大气纠正、转换为 ENVI 标准格式、波段合成、数据镶嵌、数据裁剪等数据预处理,最终得到覆盖研究区德州市的完整影像图。

1.3 样本数据及验证数据

根据预处理后合成影像的各类地物不同的纹理信息,结合天地图·山东 (sdmap.gov.cn) 中的高分辨率影像,在研究区域内随机选择一定数量的样本点,样本点包括冬小麦和非

冬小麦样本点，非冬小麦样本点包括水体、建筑物、林地及其他等，样本点选择依据如表 3 所示，要求样本数据分布均匀，覆盖全市范围。

表 3 样本选取依据
Table 3 Basis for sample selection

地物类型	天地图影像	假彩色影像	解译特征
冬小麦			几何形状明显,边界清晰,田块较大,有渠道灌溉设施,多呈大面积分布;在假彩色影像上表现为红色;真彩色影像为深绿色、浅蓝色、粉红色;影像纹理较为均一
其他耕地			几何形状明显,边界清晰,田块较大,有渠道灌溉设施,多呈大面积分布;影像色调多样,浅灰色或淡色,影像结构粗糙
城市及居民地			几何形状特征明显,边界清晰,影像结构粗糙;青灰色,杂有白色或杂色栅格状斑点;青色灰色,杂有其他地类色调
水体			几何特征明显,自然弯曲或局部明显平直,边界明显;深蓝色、蓝、浅蓝色
林地			几何特征明显,边界规则呈块状、不规则面状,边界清晰,呈红色、浅红色,影像结构细腻
裸地			边界清楚,呈白色或色调不均,纹理比较均一
湖泊			几何特征明显,呈现自然形态;深蓝色、蓝、浅蓝色

2024年2月

2 研究方法

2.1 冬小麦种植面积提取方法

利用卫星遥感技术,结合历史种植分布数据自动提取与人工选取相结合方式构建冬小麦识别样本库,采用随机森林算法进行冬小麦种植面积客观、快速遥感提取,得到高质量的冬小麦空间分布图。

数据自动提取过程中,采用计算机自动分类提取研究区冬小麦种植面积,并将样本分为小麦、林地、水体、建筑、道路及其他五大类(图3)。在解译的过程中,由于缺乏解译经验、对影像分类尺度把握不准等人为原因,难免出现错分现象^[29],为了进一步提高分类精度,后期采用组合影像进行人工解译,及时修订错分的地物,以提高小麦面积提取精度。

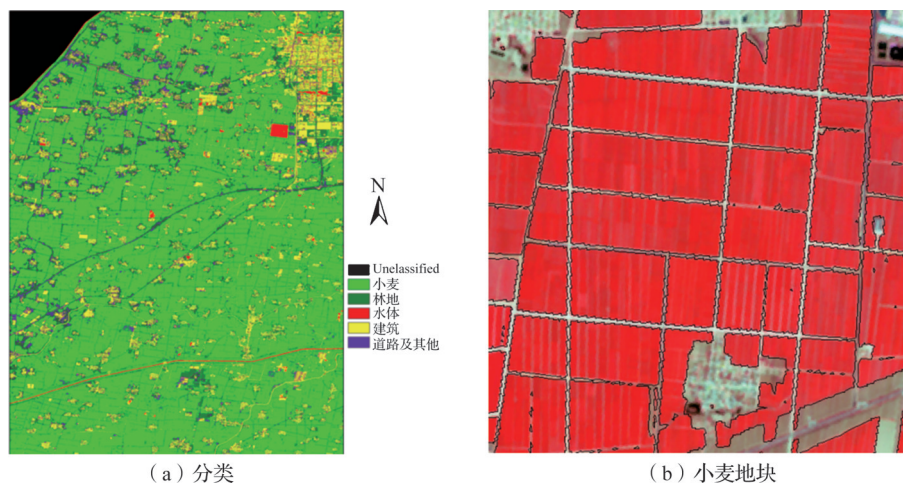


图3 计算机自动分类效果

Fig. 3 Renderings of computer automatic classification

2.2 精度验证

获得研究区冬小麦种植面积后,结合研究区域范围,选取不低于1 000个数量的样本点进行精度验证。将选取的样本数据按照4:1的比例进行分配,随机选取80%的样本数据作为训练数据,剩下的20%为验证数据用来验证分类的精度^[30]。该研究在对影像分类后使用混淆矩阵对验证数据的识别结果进行检验,计算总体分类精度、kappa系数以及冬小麦的分类精度。空间分布精度检验利用全球定位系统(Global Positioning System, GPS)采样点制成的点图层与冬小麦空间分布图和校正后的Sentinel-2遥感影像叠加进行验证,保证空间精度不低于90%。

3 结果与分析

农作物种植面积提取是产量遥感估算的基础环节和基本要素，准确而及时地更新作物类型及布局信息可以实现作物种植结构优化调整，为相关政府部门制定合理、有效的粮食宏观调控政策、保证国家粮食安全提供科学支撑^[31]。

该文通过计算机分类和人工解译结合方法提取研究区 2022 年冬小麦种植面积，提取结果如图 4 所示。利用分类后提取的冬小麦种植面积统计其所占的像元数，乘以每一像元所代表的实地面积，得到德州市冬小麦遥感监测种植面积为 54.41 万 hm²，占全省冬小麦种植面积的 13.43%。在总体样本中随机选取 20% 作为验证样本，利用验证样本对模型提取效果进行自检验，并构建误差矩阵得到德州市小麦种植面积提取精度。结果显示，德州市冬小麦种植面积提取的用户精度、生产者精度、总体精度均优于 90%（表 4）。

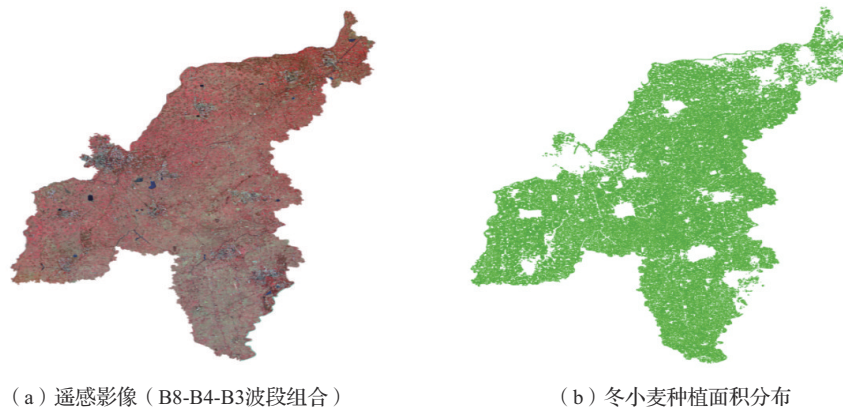


图 4 德州市遥感影像与冬小麦种植面积提取结果分布对比

Fig. 4 Comparison of remote sensing images and winter wheat area extraction results in Dezhou City

表 4 德州市冬小麦识别精度

Table 4 Recognition accuracy of winter wheat in Dezhou City

类别	生产者精度(%)	用户精度(%)	总体精度(%)	kappa 系数
冬小麦	96.14	98.03	97.05	0.94
其他	97.99	96.07	97.05	0.94

4 结论与讨论

4.1 结论

该文以山东省德州市为研究区域，基于早期时相期内的 Sentinel-2 遥感影像数据，采用随机森林算法计算机自动分类与组合影像人工解译相结合的方式，提取研究区冬小麦

2024年2月

种植面积, 绘制冬小麦种植空间分布图, 并进行精度验证, 得到的主要研究结论如下。

(1) Sentinel-2卫星多光谱传感器MSI具有较高的空间分辨率和时间分辨率, 在利用计算机自动提取过程中辅助以人工解译, 得到德州市冬小麦种植面积为54.41万hm², 总体分类精度在97.05%, 空间精度基本一致, 达到了预期目标。

(2) 该研究所使用的方法能够在冬小麦生长早期实现对其种植面积的快速提取和空间分布信息制图, 这对于后期监测冬小麦长势以及预估小麦产量都具有积极的作用。

4.2 讨论

该研究在进行精度验证时重点做了样本点的验证, 根据前期的工作中已经收集的一些稳定的样本保证分类的精度。在具体执行过程中, 采用样本自动选取和样本人工修正, 保证样本的精度。在以后的工作研究中, 拟加强对空间分布精度的验证。该文提出的方法可用于山东省内粮食主产区小麦面积提取的业务化使用, 但对于其他小麦种植区是否可以使用还需进一步研究。

参考文献

- [1] 蔡爱民, 邵芸, 李坤, 等. 冬小麦不同生长期雷达后向散射特征分析与应用. 农业工程学报, 2010, 26(7): 205-212.
- [2] 郝鹏宇, 唐华俊, 陈仲新, 等. 基于历史增强型植被指数时序的农作物类型早期识别. 农业工程学报, 2018, 34(13): 179-186.
- [3] 史舟, 梁宗正, 杨媛媛, 等. 农业遥感研究现状与展望. 农业机械学报, 2015, 46(2): 247-260.
- [4] 刘克宝, 陆忠军, 辛蕊, 等. 基于时序Sentinel-2数据的马铃薯遥感识别研究. 中国农业信息. 2023, 35(3): 19-30.
- [5] 李瑶, 张立福, 黄长平, 等. 基于MODIS植被指数时间谱的太湖2001年—2013年蓝藻爆发监测. 光谱学与光谱分析, 2016, 36(5): 1406-1411.
- [6] 张建国, 李宪文, 吴延磊. 面向对象的冬小麦种植面积遥感估算研究. 农业工程学报, 2008, 24(5): 156-160.
- [7] 范磊, 程永正, 王来刚, 等. 基于多尺度分割的面向对象分类方法提取冬小麦种植面积. 中国农业资源与区划, 2010, 31(6): 44-51.
- [8] 欧阳玲, 毛德华, 王宗明, 等. 基于GF-1与Landsat8OLI影像的作物种植结构与产量分析. 农业工程学报, 2017, 33(11): 147-156.
- [9] 王红营, 潘学鹏, 罗建美, 等. 基于遥感的华北平原农作物时空分布变化特征分析. 中国生态农业学报, 2015, 23(9): 1199-1209.
- [10] 苏伟, 朱德海, 苏鸣宇, 等. 基于时序LAI的地块尺度玉米长势监测方法. 资源科学, 2019, 41(3): 601-611.
- [11] Becker-Reshef I, Vermote E, Lindeman M, et al. A generalized regression-based model for forecasting winter wheat yields in Kansas and Ukraine using MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 2010, 114(6): 1312-1323.
- [12] Aghighi H, Azadbakht M, Ashourloo D, et al. Machine learning regression techniques for the silage maize yield prediction using time-series images of landsat 8 OLI. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2018, 11(12): 4563-4577.
- [13] 刘佳, 王利民, 姚保民, 等. 基于多时相OLI数据的宁夏大尺度水稻面积遥感估算. 农业工程学报, 2017, 33(15): 200-209.
- [14] Luciano A C D S, Picoli M C A, Rocha J V, et al. A generalized space-time OBIA classification scheme to map sugarcane areas at regional scale, using Landsat images time-series and the random forest algorithm. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2019, 80: 127-136.
- [15] 刘佳, 王利民, 杨福刚, 等. 基于HJ时间序列数据的农作物种植面积估算. 农业工程学报, 2015, 31(3): 199-206.
- [16] Jiang T, Liu X, Wu L. Method for mapping rice fields in complex landscape areas based on pre-trained convolutional neural network from HJ-1A/B data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2018, 7(11): 418.
- [17] Berni J A J, Zarco-Tejada P J, Suarez L, et al. Thermal and narrowband multi spectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2009, 47(3): 722-738.
- [18] Ali N, Nicolas B, Mario M, et al. A novel approach for mapping wheat areas using high resolution Sentinel-2 images. *Sensors*, 2018, 18(7): 2089.

- [19] Vasileios S, Ioannis P, Charalampos K, et al. Scalable parcel-based crop identification scheme using Sentinel-2 data time-series for the monitoring of the common agricultural policy. *Remote Sensing*, 2018, 10(6):911.
- [20] Parida B R, Singh S. Spatial mapping of winter wheat using C-band SAR (Sentinel-1A) data and yield prediction in Gorakhpur District, Uttar Pradesh(India). *Journal of spatial science*, 2021: 1-16.
- [21] 黄青, 杜彦彦. 近 20 年华北粮食主产区冬小麦种植面积遥感快速提取研究. *中国农业信息*, 2023, 35(1): 1-9.
- [22] 耿云憬, 姜爱辉, 冷佩. 基于 Sentinel-1A 数据的冬小麦面积提取. *中国农业信息*, 2022, 34(5): 1-10.
- [23] 王蓉, 冯美臣, 杨武德, 等. 基于 Sentinel-2A 影像的县域冬小麦种植面积遥感监测. *山西农业科学*, 2019, 47(5): 854-860.
- [24] 郑利娟. 基于高分一/六号卫星影像特征的农作物分类研究[博士学位论文]. 北京: 中国科学院大学(中国科学院遥感与数字地球研究所), 2017.
- [25] 牛鲁燕, 张晓艳, 郑继业, 等. 基于 Landsat8OLI 数据的山东省耕地信息提取研究. *中国农学通报*, 2014, 30(34): 264-269.
- [26] 千怀遂. 农作物遥感估产最佳时相的选择研究: 以中共主要粮食作物为例. *生态学报*, 1998, 18(1): 48-55.
- [27] 张晓羽, 李凤日, 甄贞, 等. 基于随机森林模型的陆地卫星-8 遥感影像森林植被分类. *东北林业大学学报*, 2016, 44(6): 53-57, 74.
- [28] 王玉丽, 马震. 应用 ENVI 目视解译 TM 影像土地利用分类. *现代测绘*, 2011, 34(1): 11-13.
- [29] 魏梦凡. 基于 Sentinel-2A 卫星遥感影像的开封市冬小麦种植面积提取技术研究[硕士学位论文]. 开封: 河南大学, 2019.
- [30] 周珂, 柳乐, 张俨娜, 等. GEE 支持下的河南省冬小麦面积提取及长势监测. *中国农业科学*, 2021, 54(11): 2302-2318.
- [31] 吴炳方, 李强子. 基于两个独立抽样框架的农作物种植面积遥感估算方法. *遥感学报*, 2004(6): 551-569.

Early extraction of winter wheat planting area based on Sentinel-2 images*

Niu Luyan*, Feng Wenjie, Hou Xuehui

(Institute of Agricultural Information and Economics, Shandong Academy of Agriculture Sciences, Jinan 250100, Shandong, China)

Abstract: [Objective] This study aims to explore a method for early and rapid extraction of winter wheat planting area, rapid mapping and accuracy verification of the winter wheat spatial distribution based on high-resolution multispectral remote sensing images, providing information for high yield and good quality planting and fertilizer and water management of winter wheat in Shandong Province. [Method] (1) Sentinel-2 remote sensing images were preprocessed firstly, and then the winter wheat identification sample database was constructed by combining the automatic extraction of historical planting distribution data and manual selection. The samples were divided into five categories including wheat, woodland, water body, buildings, roads and other crops. (2) The winter wheat planting area was extracted by random forest machine learning classification combined with manual interpretation of constitutional images based on the preprocessed Sentinel-2 remote sensing images, so as to realize rapid extraction of winter wheat planting area at an early time and verify the accuracy. [Result] (1) The results showed that the winter wheat planting area in the study area was

2024年2月

extracted as 544, 100 hm² with the overall distribution accuracy of 97.05% and the kappa coefficient of 0.941 0. The extraction effect of the established method was good. (2) The method proposed in this study could achieve high-precision extraction and rapid mapping of winter wheat planting area. [Conclusion] Accurately grasping the planting area and spatial distribution information of winter wheat in the early stage can provide a scientific basis for local governments and agricultural departments to arrange and guide agricultural activities.

Key words: Sentinel-2; winter wheat; planting area; rapid extraction

欢迎订阅《中国农业信息》

《中国农业信息》(双月刊)由农业农村部主管,中国农学会农业信息分会、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所共同主办,是我国目前全方位传播和刊载国内外农业遥感/农业信息科学领域的信息获取、处理、分析和应用服务的理论、技术、系统集成、标准规范等方面最新进展和成果,促进学术交流以及农业信息学科关键技术与产品的创新研发、集成推广和应用示范的综合性科学技术期刊。

主要刊登农业遥感、农业传感器、农业信息智能处理、精准农业/智慧农业、农业监测预警与信息服务系统、农业物联网、智能装备与控制、虚拟农业、人工智能、信息技术标准等方向学科热点领域的最新、最重要的理论研究和应用成果。主要栏目有:农业遥感、智慧农业、综合研究、农业信息技术、农业物联网、专题报道等。目前被中国知网(CNKI)、万方数据、中文科技期刊数据库、中国核心期刊(遴选)数据库等多家数据库收录。

《中国农业信息》为国内外公开发行的刊物,开本为16开,彩色四封,读者范围广,影响面大,全国各地邮局均有订阅。每双月25号出版,定价为25.00元/册,150元/年。

邮局汇款

收款人:《中国农业信息》编辑部

地址:北京市海淀区中关村南大街12号中国农科院资源所区划楼319

邮编:100081

银行汇款

开户行:农行北京北下关支行

行号:103100005063

账号:11050601040011896

单位名称:中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

电话:(010)82109632

传真:(010)82109632

Email:nyxxbjb@caas.cn

邮发代号:2-733

投稿网址:www.cjarrp.com