

新疆昌吉州作物种植结构数据集（2020–2024） 开发方法研究

余凌翔，汪小钦*，张鸿宇，刘宏伟

福州大学数字中国研究院（福建），福州 350108

摘要：农作物种植结构是反应区域农业种植情况最有力的数据，是开展农业资源监测、粮食安全评估和耕地精细化管理的重要基础工作。新疆昌吉州作为中国重要的农业生产基地，农业种植结构多样，作物种类丰富。本数据集以典型灌溉农业区新疆昌吉州为研究区域，综合利用时序 Sentinel-2 光学与 Sentinel-1 雷达数据，构建地块级农作物遥感分类模型（Multi-source Spatial-Temporal-Phenological Integration, MSTPI），提取出了新疆昌吉州农作物种植结构数据集（2020–2024）。数据揭示水资源红线政策下经济作物扩张对生态灌区的冲击，为干旱区农业可持续政策评估提供基准，支撑中亚粮食安全分析。该数据集空间分辨率为 10 m，时间分辨率为 1 年，记录了 2020–2024 年新疆昌吉州农作物种植结构，数据集由 4 个文件组成，数据量 245 MB 压缩后为 97.8 MB。

关键词：种植结构；农作物分类；MSTPI 模型；多源遥感特征

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.02.09>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.02.09>

数据可用性声明：

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》出版，可获取：

<https://doi.org/10.3974/geodb.2025.10.01.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.10.01.V1>.

1 前言

农作物种植结构是农业地理学与可持续发展研究的核心内容，涉及特定区域内不同农作物种类的空间组合、布局及其比例关系^[1]。其反映了特定区域或农业单元内主要作物类型的组合模式及其空间分布特征，既体现了作物类型的多样性，也揭示了其在地理空间上的分布规律，是理解农业活动区域性差异与指导农业管理决策的重要基础^[2]。目前的种植结构数据集主要集中在小区域、较少作物种类或者单年际上面的种植结构提取，如郭交等^[3]构建了杨凌示范区经济作物（苹果、猕猴桃等）的高精度遥感分类数据集，空间

收稿日期：2025-11-05；修订日期：2026-03-12；出版日期：2026-04-25

基金项目：福建省科学技术厅（2023I0007）

*通讯作者：汪小钦，福州大学数字中国研究院（福建），wangxq@fzu.edu.cn

数据引用方式：[1] 余凌翔，汪小钦，张鸿宇等. 新疆昌吉州作物种植结构数据集（2020–2024）开发方法研究[J]. 全球变化数据学报，2026，10(2): 191–201. <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.02.09>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.02.09>.

[2] 余凌翔，汪小钦，张鸿宇等. 基于 Sentinel 卫星遥感与物候信息的新疆昌吉州地块级农作物种植结构数据集（2020–2024）[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志，2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.10.01.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.10.01.V1>.

分辨率 2 m, 总体分类精度达 86.17%, 为关中平原果园监测及相关算法研究提供了数据支撑。张冬韵等^[4]利用 Sentinel-2 与 Google Earth 协同分类方法构建 2020 年宁夏引黄灌区 8 类作物(水稻、玉米等)的 10-m 分辨率种植结构精细制图数据集。Zhao 等^[5]基于 Sentinel-2 影像构建黄土高原 2018–2022 年 10-m 分辨率 8 类作物(玉米、小麦、大豆等)种植结构与复种指数数据集, 其总体精度 $\geq 81\%$ 。You 等^[6]利用 Sentinel-2 影像生成了中国东北 2017–2019 年 10-m 分辨率玉米、水稻、大豆种植分布图, 总体精度 0.81–0.86, 可支撑区域粮食安全监测。

中国新疆维吾尔自治区北部的昌吉回族自治州(以下简称“新疆昌吉州”)作为中国重要的农业生产基地, 农业种植结构多样, 作物种类丰富, 且多以大规模、连片方式种植, 适宜进行地块级作物分类。精准提取该地区地块尺度的作物信息, 需要充分综合遥感影像的空间、时间及作物物候特征。其中, 作物物候特征可通过时序遥感数据进行捕获, 有助于区分不同作物类型。多源遥感数据融合技术在这一过程中表现出独特优势, 例如 SAR 遥感具备全天候观测能力, 可有效克服光学遥感在多云多雾条件下的限制, 提供稳定连续的观测数据^[7,8]。此外, 时间加权动态时间规整(Time-Weighted Dynamic Time Warping, TWDTW)算法在作物物候周期的时序特征识别中取得了广泛的应用和良好效果^[9,10]。在空间特征提取方面, 基于 Transformer 结构的语义分割模型 SegFormer 已初步应用于遥感作物分类任务, 表现出较大的应用潜力^[11,12]。

因此, 本文利用多源中等分辨率的时序光学遥感与 SAR 遥感数据, 综合空间、时间与作物物候信息优势, 构建面向地块尺度的多时空物候特征融合作物分类模型, 以新疆昌吉州为研究区, 提取 2020–2024 年农作物种植结构数据集, 空间分辨率为 10 m, 时间跨度为 5 年, 以期为准精准农业实践与区域农业可持续发展提供科学依据与决策支持。

2 数据集元数据简介

《基于 Sentinel 卫星遥感与物候信息的新疆昌吉州地块级农作物种植结构数据集(2020–2024)》^[13]的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

3 数据研发方法

本数据集基于 Google Earth Engine (GEE) 提供的 2020–2024 年 Sentinel-2 时序光学影像以及 Sentinel-1 SAR 数据¹, 综合空间、时间与作物物候信息优势以及面向地块尺度的多时空物候特征融合作物分类模型(MSTPI), 进行新疆昌吉州农作物分类, 提取种植结构。后续利用 2024 年 7 月团队在新疆昌吉州展开的野外调查数据进行 2024 年精度验证。

3.1 研究区域

新疆昌吉州, 地处天山北麓与准噶尔盆地东南缘之间, 地理范围为 43°20'N–45°00'N、85°17'E–91°32'E, 整体被乌鲁木齐市分隔为东西两部分。区域地势南高北低, 气候类型属温带大陆性干旱气候。

¹ Google Earth Engine. <https://earthengine.google.com/>.

耕地主要分布于区域内的冲积平原地带，农业生产以灌溉农业为主。农作物主要包括棉花、小麦、玉米、番茄、甜菜、辣椒、打瓜、籽用葫芦等。这几种作物的典型物候信息如表 2 所示，为后续开展时序遥感分类提供物候参数。

表 1 《基于 Sentinel 卫星遥感与物候信息的新疆昌吉州地块级农作物种植结构数据集（2020–2024）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	基于 Sentinel 卫星遥感与物候信息的新疆昌吉州地块级农作物种植结构数据集（2020–2024）
数据集短名	PLOTS_CRSP_XJ2020_24
作者信息	余凌翔，福州大学数字中国研究院（福建），245527021@fzu.edu.cn 汪小钦，福州大学数字中国研究院（福建），wangxq@fzu.edu.cn 张鸿宇，福州大学数字中国研究院（福建），892169168@qq.com 刘宏伟，福州大学数字中国研究院（福建），235527039@fzu.edu.cn
地理区域	中国新疆维吾尔自治区昌吉回族自治州
数据年代	2020–2024 年
时间分辨率	年
空间分辨率	10 m
数据格式	.tif、.txt
数据量	97.8 MB（压缩后）
数据集组成	2020–2024 年新疆昌吉州农作物种植结构数据
基金项目	福建省科学技术厅（2023I0007）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需与《全球变化数据学报》（中英文）编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[14]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

表 2 作物物候信息统计表

作物名称	作物物候信息
棉花	4 月播种，6 月开始现蕾，约一个月后开花，8 月至 10 月棉铃吐絮，10 月下旬停止生长
小麦	冬小麦 9–10 月播种，越冬后次年 3 月返青，5 月抽穗，6–7 月成熟 春小麦 3–4 月播种，5–6 月抽穗，7–8 月成熟
玉米	4 月播种，6 月进入拔节期，7 月中下旬抽穗，9 月初成熟
番茄	3 月温室育苗，4 月末至 5 月初移栽，6 月开始形成小果，8 月陆续结果成熟
甜菜	4 月播种，6 月进入旺长期，9 月中旬块根膨大、糖分积累，10 月下旬成熟
打瓜	4 月下旬至 5 月上旬播种，6 月中旬开花，8 月中旬至 9 月上旬成熟
辣椒	3 月育苗，4–5 月移栽，7 月进入结果期，8–10 月陆续收获，具体时间因品种和栽培条件而异
籽用葫芦	4 月开始播种，6 月快速生长，7 月底蔓叶转黄，9 月成熟并开始收获

3.2 方法原理

该数据集使用的分类模型为一种双分支的农作物分类模型 MSTPI，该模型由 TWDTW 分支和 SegFormer 分支构成，通过规则驱动的地块级加权融合模块整合分类结果，实现高精度的地块级作物识别以提取种植结构。图 1 为 MSTPI 模型框架。

(1) TWDTW 分支

DTW 算法^[15]是一种用于衡量两条时间序列相似性的方法，通过允许时间轴上的非线性扭曲，寻找最佳匹配路径，即使存在时间尺度差异也能实现序列对齐。TWDTW 是一种由 DTW 算法改进的算法，在其基础上引入了时间权重机制，进一步提高了匹配的合理性与分类准确性。

(2) SegFormer 分支

SegFormer 是一种在 Transformer 架构下的轻量化设计的语义分割架构，采用无位置编码的层次化编码器+MLP 解码器设计，兼顾多尺度特征提取与高效推理，可在多种场景实现高精度分割。在遥感影像处理中具备较强的上下文建模与多尺度特征融合能力，能够精准捕捉遥感影像中的空间纹理与结构特征。

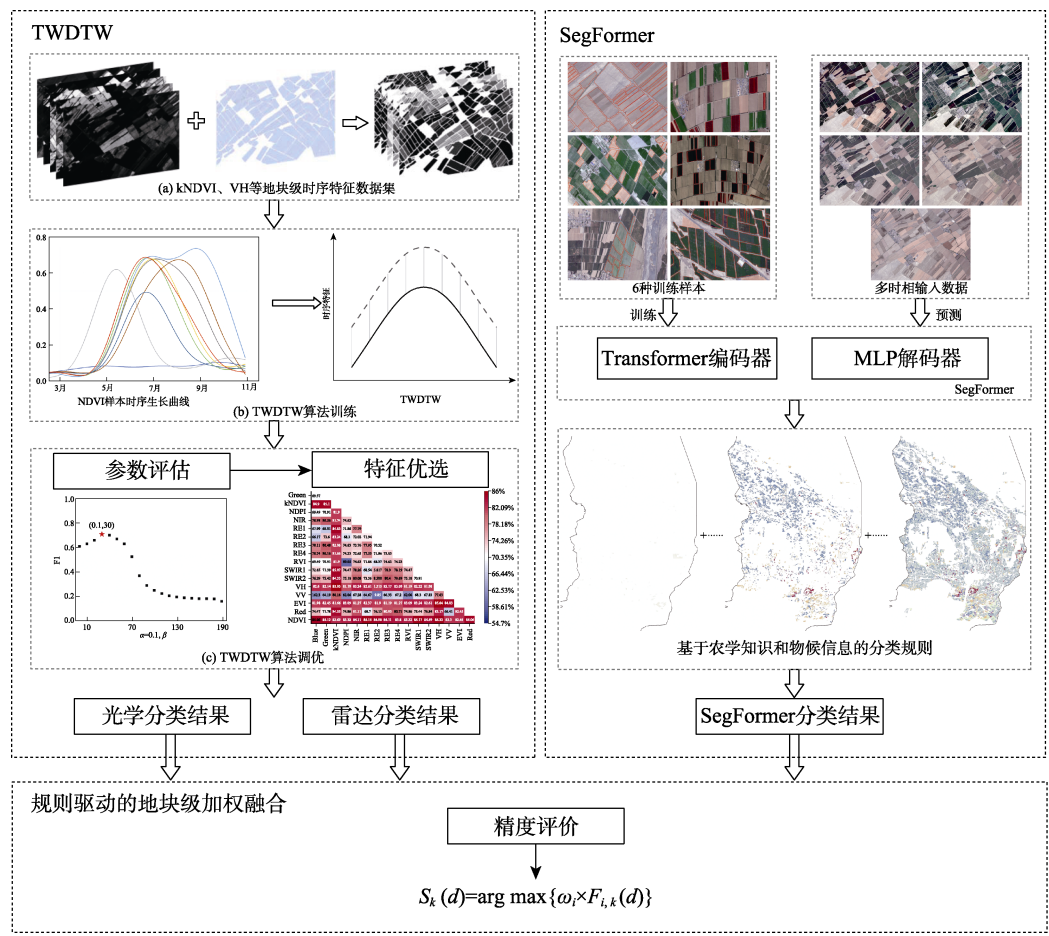


图 1 MSTPI 模型框架图

(3) 规则驱动的地块级加权融合

规则驱动的地块级加权融合首先以地块为基本单元, 集成多源遥感作物分类结果; 随后依据像元置信度、地块特征与邻域一致性制定规则, 计算像元-地块级权重; 最后在地块内部加权融合多源标签, 输出高精度地块作物结构图, 显著优于像元级方法。

3.3 基于 MSTPI 模型的作物分类协同机制

利用 MSTPI 模型生成 2020–2024 年新疆昌吉州作物种植结构数据集的技术路线如图 2 所示。首先使用 Sentinel-2 真彩色影像在 CLCFormer 模型中自动提取农田地块边界, 形成地块级空间单元基础。然后将 Sentinel-2 多时相影像与作物物候特征结合构建多时相物候知识分类框架, 标注样本, 利用 SegFormer 模型生成初步作物分类结果。后续再整合光学与雷达遥感数据, 构建光学-雷达时序特征数据库, 应用 TWDTW 算法对时间权重参数进行调优, 找出 kNDVI 和 VH 的最优特征组合。接着融合多时相 RGB 影像、雷达时间序列及光学时间序列, 分别通过 SegFormer 和 TWDTW 双分支生成分类结果, 最后基于规则驱动的地块级加权融合方法, 完成 2020–2024 年作物分类连续年份的作物分类制图, 完成种植结构的提取。

(1) 农田地块信息提取

Long 等^[16]提出的交叉学习网络 CLCFormer 巧妙地结合了卷积神经网络 (Convolutional Neural Network, CNN) 和 Transformer 的优势, 实现了图像空间细节特征与远距离上下文特征的有效融合。本数据集利用该模型提取地块数据, 并以地块尺度均值特征开展分类。地块样本基于 Sentinel-2 真彩色影像人工标注, 结合数据增强与引入丹麦、荷兰及新疆库勒样本, 提升模型泛化能力。提取过程采用逐县推进策略, 利用前一区县修正样本持续优化提取精度。

初步提取结果经形态学处理、图像质量优化 (去噪与孔洞填补)、道格拉斯-普克算法边界平滑与人工精修等多步处理, 最终得到昌吉州范围内完整、边界清晰的农田地块数据。

(2) 多时相初分类与样本构建

利用农业知识与作物物候信息, 选取 2022 年 6–10 月五期 Sentinel-2 影像, 构建 6 类典型颜色训练样本集, 分别为: A 类 (灰白)、B 类 (黄棕)、C 类 (深绿)、D 类 (绿)、E 类 (浅绿)、F 类 (红)。通过训练 6 组 SegFormer 子模型, 获取各颜色类别对应的分类权重。以 2022 年呼图壁县为典型区构建 396 个地块时序样本集 (8 类作物+裸地), 通过 GAM (Generalized Additive Model) 模型拟合生长曲线提取物候特征。最后与 2024 年实地调查结果进行交叉验证。2020–2023 年其他区域样本通过分层抽样获得。

(3) 双分支协同分类以及规则驱动的地块级加权融合

利用上述构建好的样本, 在 SegFormer 分支和 TWDTW 分支中进行作物分类。

在 SegFormer 分支中通过利用前面划分好的 6 类颜色训练样本, 依据不同作物的典型物候特征制定分类方案, 明确所需时相与对应权重设置。随后, 针对特定作物, 按方案选择对应月份的影像, 应用指定类别的权重进行二分类, 得到多时相的作物-背景二分类结果, 并通过多时相叠加筛选稳定特征, 进一步提升分类准确性。

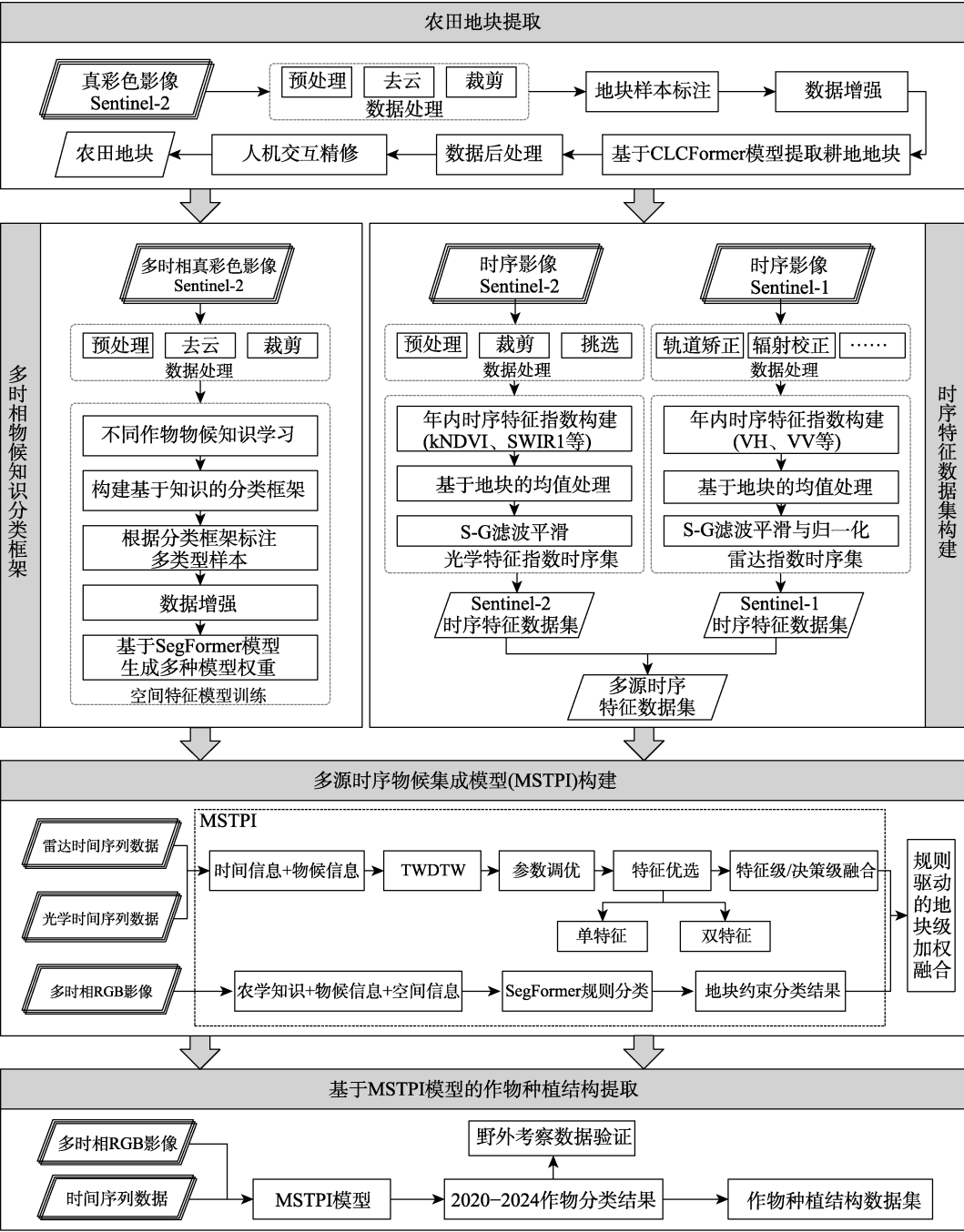


图 2 数据集研发技术路线图

在 TWDTW 分支中，选取 VH 和 kNDVI 这两个特征组合为分类特征，根据上述构建的时序特征数据集采用 TWDTW 算法计算地块与标准生长曲线的相似度以实现作物分类。

最后将上述两个分支的结果进行基于规则驱动的地块级加权融合，具体过程是以地块为单位，对 SegFormer 与 TWDTW 的输出结果分别计算其在各作物类别上的 F1 分数，以

此为依据分配权重进行融合。

（4）精度验证

通过结合 2024 年实地考察数据进行精度评价，本数据集以总体精度(Overall Accuracy, OA) 与 F1 分数作为核心指标，全面衡量模型在复杂农业区域的分类效果与泛化能力。

4 数据结果与验证

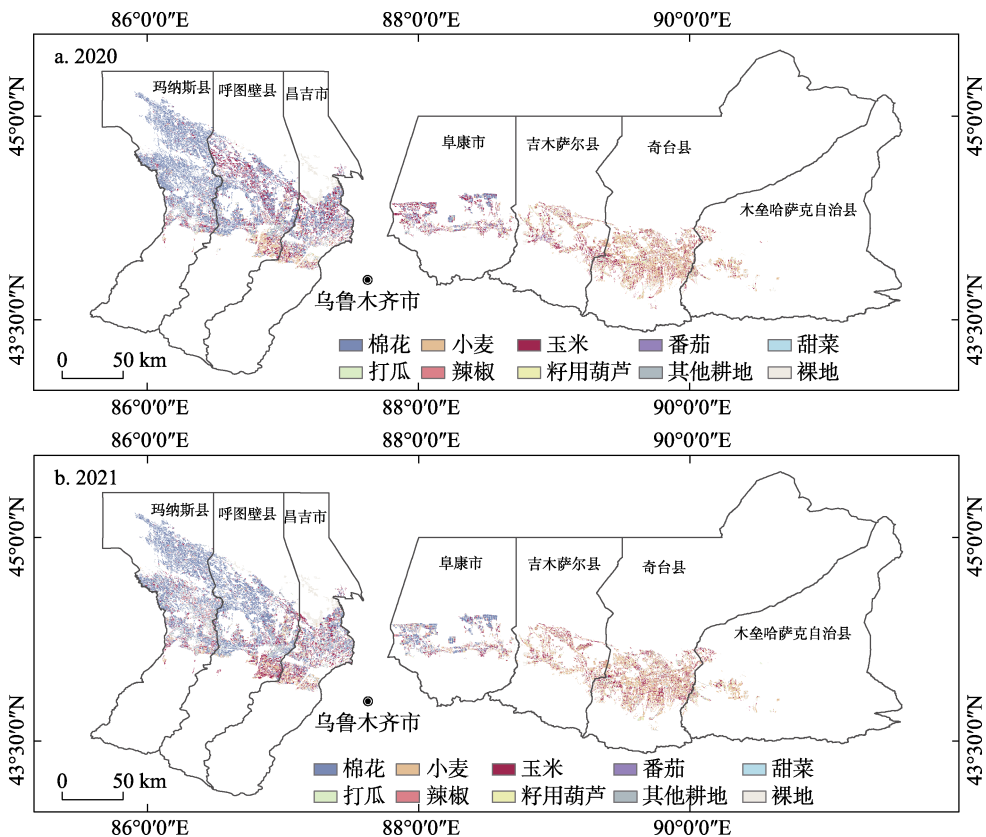
4.1 数据集组成

数据集由 2020–2024 年新疆昌吉州作物种植结构数据组成，包含 2020–2024 年逐年的新疆昌吉州的作物空间分布栅格数据，空间分辨率为 10 m，存储为.tif 和.txt 格式。

4.2 数据结果分析

2020–2024 年新疆昌吉州作物种植结构提取，主要是提取到了种植面积最多的 8 类作物，分别为棉花、小麦、玉米、番茄、甜菜、打瓜、辣椒以及籽用葫芦，以及其他耕地和裸地两种耕地类型。其作物分布图如图 3 所示。昌吉州作物空间分布区域特征明显，东部以小麦和玉米为主，西部以种植棉花为主，中南部经济作物穿插种植的特点，整体与“西棉、东粮、中瓜菜”的种植布局^[17]相符合。

其中各种作物占比如图 4 所示，可以看到棉花、小麦和玉米是昌吉州的主要作物，其中棉花种植面积最大，小麦和玉米次之，且两者种植面积相差不大。其余 5 种作物种植面



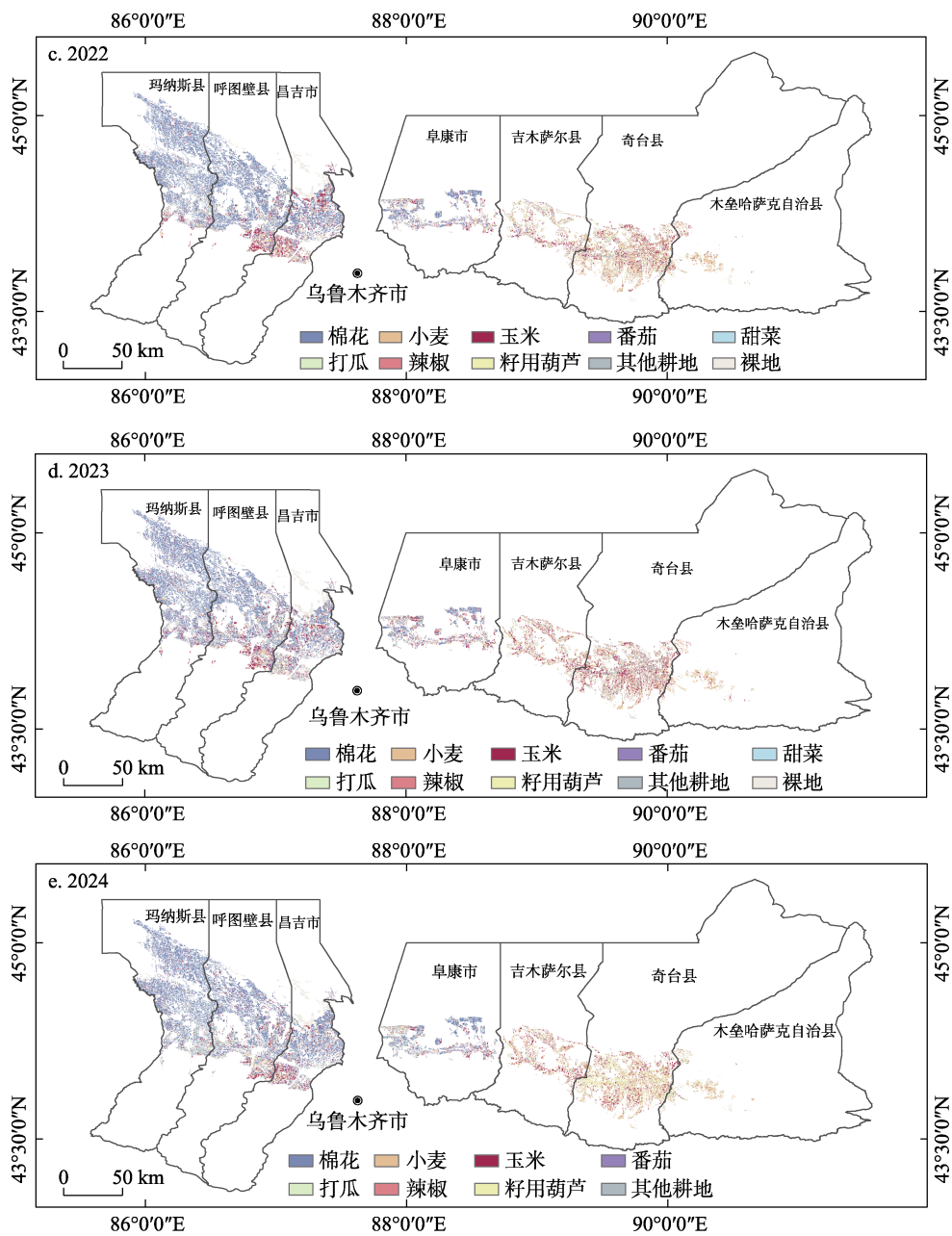


图 3 2020–2024 年新疆昌吉州农作物空间分布图

积都较小。在这 5 种经济作物中，打瓜种植面积最大，番茄和辣椒由于有轮作要求所以种植面积相差不多，甜菜种植面积最少。

表 3 为 2020–2024 年新疆昌吉州作物种植面积统计表。其中小麦和玉米的种植面积总体趋势是下降的，小麦的面积从 2020 年的 1,241.32 km² 减少至 2024 年的 827.36 km²；玉米从 2020 年的 1,233.90 km² 减少至 2024 年的 713.27 km²。番茄、甜菜、打瓜和辣椒等经济作物种植面积波动较大，其中番茄与打瓜在 2022 年面积显著增加后有所回落；甜菜种植

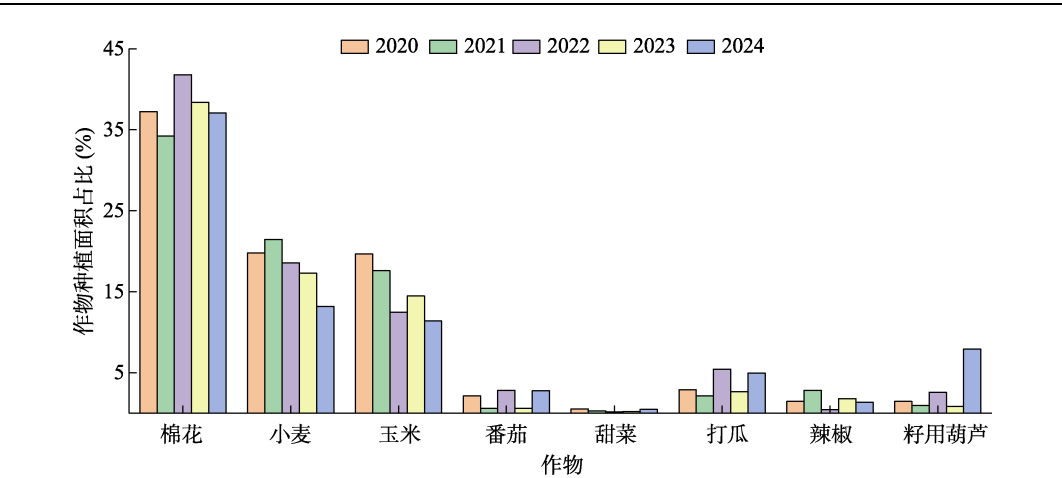


图 4 2020–2024 年昌吉州主要作物种植面积占比统计图

表 3 2020–2024 年昌吉州主要作物种植面积统计表					单位：km ²
作物类型	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
棉花	2,336.72	2,148.97	2,622.02	2,408.07	2,325.74
小麦	1,241.32	1,346.13	1,164.78	1,083.93	827.36
玉米	1,233.90	1,103.18	781.54	907.62	713.27
番茄	133.48	37.78	175.88	36.59	172.83
甜菜	32.61	17.88	9.52	12.97	28.53
打瓜	180.95	133.10	341.11	164.88	311.01
辣椒	89.93	177.22	25.85	111.82	84.26
籽用葫芦	90.95	57.45	161.42	52.21	495.32

规模较小且波动有限；辣椒种植面积为 2021 年达到高点后逐步下降。籽用葫芦种植面积在 2024 年大幅增长至 495.32 km²，明显高于前期水平。

4.3 数据结果验证

本数据集在精度验证方面采用了研究团队于 2024 年 7 月在昌吉州实地采集的野外考察数据（表 4），其样本分布也是符合提取结果的各作物种植面积比例（棉花最多，小麦和玉米次之）。野外考察的点位分布图如图 5 所示。考察沿预设路线共布设 2,821 个采样点，覆盖昌吉州全域。该数据主要用来验证 MSTPI 模型分类结果的可靠性，以及 2024 年作物分类结果。结果显示 MSTPI 模型在昌吉州各地均实现了较为稳定的分类效果，平均总体精度（OA）达 86.24%，平均 F1 为 85.10%。

表 4 2024 年昌吉州野外验证样本数量表										
	棉花	小麦	打瓜	玉米	番茄	籽用葫芦	辣椒	甜菜	其他类型	裸地
个数	869	460	125	670	173	195	33	38	202	56

此外本数据集还通过与公开的遥感数据产品对比验证其精度，具体是利用新疆地区公开发布的棉花、玉米和冬小麦遥感分类产品展开一致性评估。

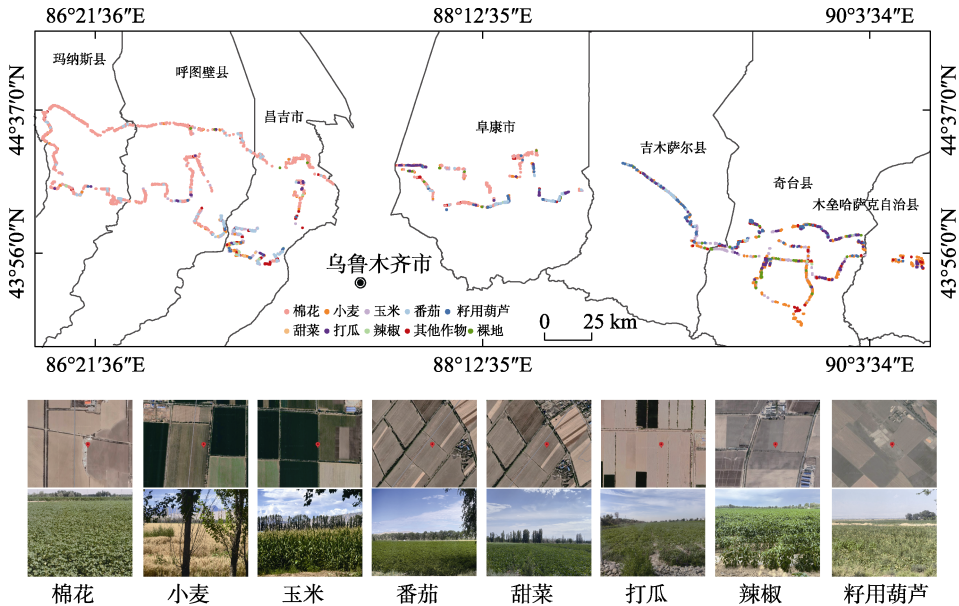


图 5 2024 年昌吉州野外考察点位分布图

其中棉花数据来源于 Kang 等^[18]发布的 10-m 分辨率分类结果（2020–2021 年），玉米数据选取 Peng 等^[19]中国玉米 30-m 分辨率的新疆子集，冬小麦数据选自 Yang 等^[20]的 10-m 分辨率数据产品。玉米和小麦数据通过国家生态科学数据中心获取，玉米数据时间跨度为 2020–2023 年^[21]，冬小麦数据覆盖 2020–2024 年^[22]。结果显示棉花分类在 2020–2021 年间的一致性均超过 83%；玉米分类在 2020–2023 年间平均一致率为 75.81%，其中 2022 年达到最高值（81.17%）；冬小麦分类在 2020–2024 年间一致性稳定保持在 90%以上。表明本数据集精度良好。

5 讨论和总结

逐年大区域多作物种植结构数据对区域农业发展，水资源优化配置以及耕地“非粮化”监管等具有重要意义，但是目前新疆地区的种植结构数据仍然较少，尤其是大区域逐年的多作物种植结构数据。本文基于 Sentinel-1/2 多源时序遥感影像，结合地块尺度农田提取，提出了融合时空与物候特征的作物分类模型 MSTPI，实现了 2020–2024 年新疆昌吉州地块级农作物种植结构的提取并分析了其特点。数据集具备 10-m 空间分辨率和 1 年的时间分辨率，全面覆盖新疆昌吉州。为新疆昌吉州的水资源控制调配、种植结构优化以及荒漠化防治等实施提供重要支撑，也为评估可持续发展目标，生态保护等提供科学依据。

尽管本数据集提供了较为完善的数据支撑，但在构建过程中仍面临诸多挑战：（1）样本采集中存在类别分布不均衡，甜菜等小宗作物样本获取难度较大；（2）受限于 10-m 空间分辨率，细碎地块边界标注存在一定不确定性；（3）光学遥感数据因云层遮挡存在时序不连续问题，影响关键生育期数据完整性；（4）样本时空覆盖存在局限性，难以全面反映不同条件下的作物物候变化；（5）多人协同标注中，作物物候相似情况下的标注一致性仍需提升。

作者分工: 汪小钦对数据集的开发做了总体设计; 余凌翔、张鸿宇和刘宏伟采集和处理了昌吉州遥感数据和野外实地数据; 张鸿宇设计了模型和算法; 余凌翔做了数据验证并撰写了数据论文。

利益冲突声明: 本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 孙博学, 杨景嘉, 付若曦等. 农作物种植结构遥感识别研究进展[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(15): 76–79.
- [2] 唐华俊, 吴文斌, 杨鹏等. 农作物空间格局遥感监测研究进展[J]. 中国农业科学, 2010, 43(14): 2879–2888.
- [3] 郭交, 白静远, 叶永凯等. 杨凌农业示范区经济作物种植结构多源多时相遥感数据集[J]. 中国科学数据(中英文网络版), 2023, 8(2): 334–343.
- [4] 张冬韵, 吴田军, 骆剑承等. 时空协同的农业种植结构遥感精细制图[J]. 遥感学报, 2024, 28(8): 2014–2029.
- [5] Zhao, X. N., Wang, J. C., Ding, Y. L., et al. High-resolution (10 m) dataset of multi-crop planting structure on the Loess Plateau during 2018–2022 [J]. *Scientific Data*, 2025, 12: 123. DOI: 10.1038/s41597-025-05529-0.
- [6] You, N. S., Dong, J. W., Huang, J. X., et al. The 10-m crop type maps in Northeast China during 2017–2019 [J]. *Scientific Data*, 2021, 8: 41. DOI: 10.1038/s41597-021-00827-9.
- [7] Orynbaikyzy, A., Gessner, U., Conrad, C. Crop type classification using a combination of optical and radar remote sensing data: a review [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2019, 40(17): 6553–6595.
- [8] Woźniak, E., Rybicki, M., Kofman, W., et al. Multi-temporal phenological indices derived from time series Sentinel-1 images to country-wide crop classification [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2022, 107: 102683.
- [9] Maus, V., Câmara, G., Cartaxo, R., et al. A time-weighted dynamic time warping method for land-use and land-cover mapping [J]. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2016, 9(8): 3729–3739.
- [10] 王丽美, 靳国旺, 熊新等. 耕地细碎化农业区冬小麦遥感制图方法[J]. 农业工程学报, 2022, 38(22): 190–198.
- [11] Chen, Y. Q., Wang, X. X. Farmland extraction from UAV remote sensing images based on improved SegFormer model [J]. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 2024: 1–13.
- [12] Zhang, H. Y., Lin, X. Y., Long, J., et al. SegFormer-based cotton planting areas extraction from high-resolution remote sensing images [C]//2023 11th International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics). IEEE, 2023: 1–6.
- [13] 余凌翔, 汪小钦, 张鸿宇等. 基于 Sentinel 卫星遥感与物候信息的新疆昌吉州地块级农作物种植结构数据集(2020–2024) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.10.01.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.10.01.V1>.
- [14] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017 年更新).
- [15] Sakoe, H., Chiba, S. Dynamic programming algorithm optimization for spoken word recognition [J]. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 1978, 26(1): 43–49.
- [16] Long, J., Li, M. M., Wang, X. Q. Integrating spatial details with long-range contexts for semantic segmentation of very high-resolution remote-sensing images [J]. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2023, 20: 1–5.
- [17] 昌吉回族自治州农业农村局. 对自治州十三届政协三次会议经济建设类第 64 号提案的答复函 [EB/OL]. (2024-05-09) [2025-10-06]. <https://www.cj.gov.cn/p126/zxta/20240509/246810.html>.
- [18] Kang, X. Y., Huang, C. P., Chen, J. M., et al. The 10-m cotton maps in Xinjiang, China during 2018–2021 [J]. *Scientific Data*, 2023, 10(1): 688. DOI: 10.1038/s41597-023-02597-5.
- [19] Peng, Q. Y., Shen, R. Q., Li, X. Q., et al. A twenty-year dataset of high-resolution maize distribution in China [J]. *Scientific Data*, 2023, 10(1): 658. DOI: 10.1038/s41597-023-02461-6.
- [20] Yang, G. X., Li, X. R., Liu, P. Z., et al. Automated in-season mapping of winter wheat in China with training data generation and model transfer [J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2023, 202: 422–438.
- [21] 彭琼艳, 沈若缺, 刘玉洁等. 2001–2020 年中国玉米物候期数据集[DS/OL]. 国家生态科学数据中心, 2024. DOI: 10.12199/nesdc.ecodb.rs.2023.012.
- [22] 程涛, 杨高翔. 2018–2024 年中国 10 米空间分辨率冬小麦识别数据集[DS/OL]. 国家生态科学数据中心, 2024. DOI: 10.12199/nesdc.ecodb.rs.2023.016.