

基于GF-1影像的冬小麦面积提取及年际变化动态监测

李峰，赵红，王昊，秦泉

山东省气候中心

主要内容

- 一、目的与意义
- 二、研究区域及数据获取和处理
- 三、方法与结果分析
- 四、结论与讨论
- 五、高分辨率卫星应用进展与展望

一、目的与意义

一、目的与意义

- ▶ 山东是我国冬小麦生产大省，占全国总产量的**20%左右**。
- ▶ 因此及时、准确地获取冬小麦**种植面积及其空间分布状况信息**，对于准确估计和预测产量，加强生产管理，优化种植结构，确保山东省乃至全国粮食安全都具有重要意义。

一、目的与意义

- ▶ 中国法定发布的农作物种植面积数据主要采用两种方式：一种是按行政单元逐级统计并层层上报的全面统计，另一种方式是抽样调查。
- ▶ 但这两种方式存在着很大的局限性。层层上报受人为因素干扰严重，且费时费力，准确性差，难以达到理想精度。抽样调查方法虽然人为干扰小、准确性高，但工作量大，人力、物力、财力投入大，且只适用于省级以上大范围农作物种植面积监测，难以获得区县级别的小区域作物种植面积。
- ▶ 这两种方法都无法提供农作物种植的空间分布状况，因此已经不太适应社会发展的新要求。

一、目的与意义

- ▶ 遥感技术以其**宏观、客观、快速、经济和信息量大等特点**，被国内外广泛应用于作物长势监测和面积估算。
- ▶ 能用于作物面积信息提取的遥感数据类型较多，各有其优缺点。**低分辨率卫星数据**（如NOAA/AVHRR、EOS/MODIS和FY-3/MERSI）重访周期短，在作物整个发育期中可获得多时相晴空数据，**但由于空间分辨率低，使其解译精度难以保证。**
- ▶ 而**中高分辨率卫星数据**（如TM和SPOT）空间分辨率高，估算精度高，但其访问周期长，扫描较窄，受天气影响大，获取作物关键生育期的全覆盖数据困难且获取费用昂贵，难以在业务化中推广。
- ▶ 目前，**空间分辨率与时间分辨率的矛盾**成了影响作物种植面积遥感估算的关键因素。

一、目的与意义

- 2013年发射的高分一号卫星（GF-1），配置了2台2米分辨率全色/8米分辨率多光谱相机（PMS）；4台16米分辨率多光谱宽幅相机（WFV），组合幅宽达到800公里，重访周期为4天左右，且数据通过网站可以免费下载，这些特点使GF-1/WFV 16米影像成为作物监测和分类较好的遥感数据源。
- 目前许多研究学者已利用GF-1/WFV 16米影像在作物面积提取方面开展了相关的研究，取得较好效果。而应用GF-1卫星数据，在种植结构更复杂的地市一级区域，尤其是针对冬小麦面积动态提取的研究却少见报道。

一、目的与意义

- 本研究以山东省冬小麦主产区菏泽市为研究区域，探讨利用GF-1/WFV 16米影像，采用决策树分类和监督分类-最大似然法相结合的方法，利用菏泽市土地利用类型和野外地面调查数据，通过分区解译方式，提取菏泽市2014和2015年的冬小麦种植面积信息并检验其精度，同时开展冬小麦种植面积年际变化动态监测。
- 为冬小麦种植产业区划、气象灾害监测和估产提供参考依据。同时对促进国产卫星遥感数据在地方经济建设中的示范应用也具有重要的现实意义。

二、研究区域及数据获取和处理

研究区概况

- 菏泽市位于山东省西南部，地势平坦，土壤肥沃，物产丰富。气候属温带季风型大陆性气候，四季分明，雨热同季，光照充足，这些都为农作物的生长提供了极为有利的条件。
- 冬春季露天种植的作物主要有冬小麦、大蒜、蔬菜 and 西瓜等。其中冬小麦在全市各县区均有大面积的种植。

GF-1/WFV 16米影像的获取

- 根据菏泽市冬小麦种植物候特征及GF-1遥感影像质量，**本研究所需的2014和2015年GF-1/WFV 16米影像都是选择在4月14日**，从中国资源卫星应用中心网站<http://www.cresda.com/n16/index.html>下载。
- 影像时间选择在4月中旬，因为该时期菏泽市的冬小麦处于拔节期，土壤信息影响非常小，其余绿色植被除大蒜和常绿植被外均处于枯萎或萌芽状态，非常适合冬小麦种植面积的提取，**并且也符合政府决策的时间范围。**

GF-1/WFV 16米影像的获取

表 1 GF-1/WFV 影像光谱特征及其应用领域

波段名称	光谱范围(μm)	主要应用领域
蓝波段	0.43-0.52	水体
绿波段	0.52-0.59	植被
红波段	0.63-0.69	叶绿素、水中悬浮泥沙、陆地
近红外波段	0.77-0.89	植被识别、水陆边界、土壤湿度

GF-1/WFV 16米影像预处理

➤ 对GF-1/WFV 16米影像进行辐射校正、几何精校正及NDVI反演等预处理工作：

➤ 辐射校正（辐射定标和大气校正）

◆ 辐射定标：利用绝对定标系数将DN值转换为辐亮度，即

$$L = DN/a + L_0$$

式中，L为辐亮度，a为绝对定标系数增益，L₀为偏移量。

◆ 大气校正：由辐亮度经过ENVI/FLAASH模型转换为地表真实反射率。

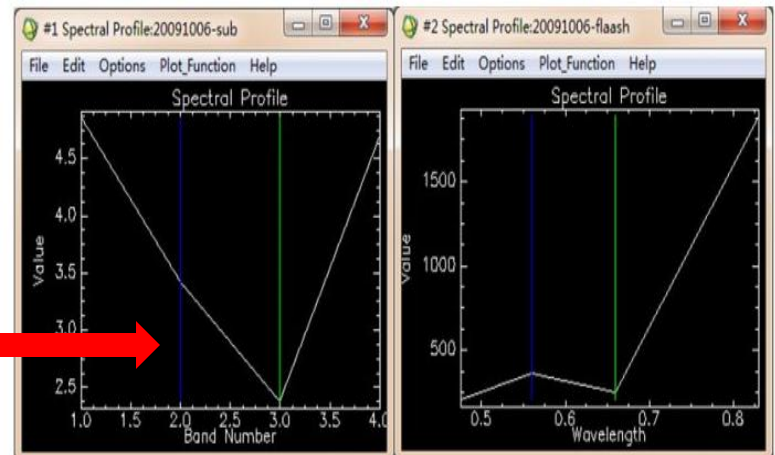
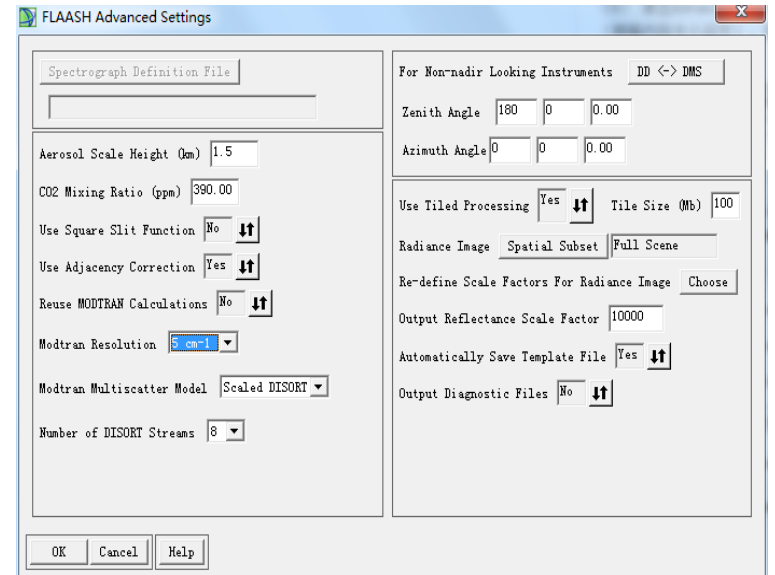


图3.3 FLAASH大气校正前后植被的波谱曲线（左：校正前，右：校正后）

几何精校正

- 利用GF-1影像自带的RPC信息，结合地面高程数据对影像进行倾斜改正和投影差改正，进而消除地形起伏和传感器误差引起的像点位移，将影像重采样为正射影像。
- 利用Google Earth进行几何校正效果检验。在Google Earth上选择与待校正图像对应的同名点作为控制点，选取一定数量均匀分布在图像中，利用多项式变换进行几何精校正，校正后误差控制在1个像元以内。

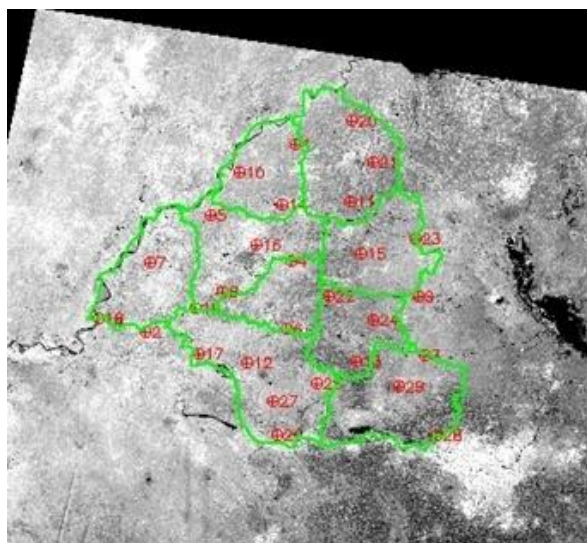


图1 几何校正控制点分布图

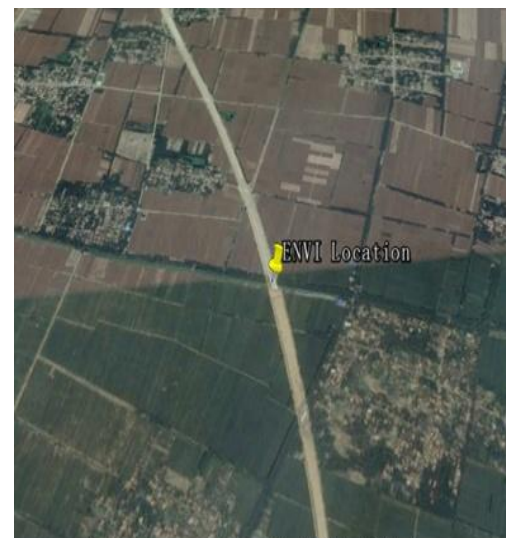
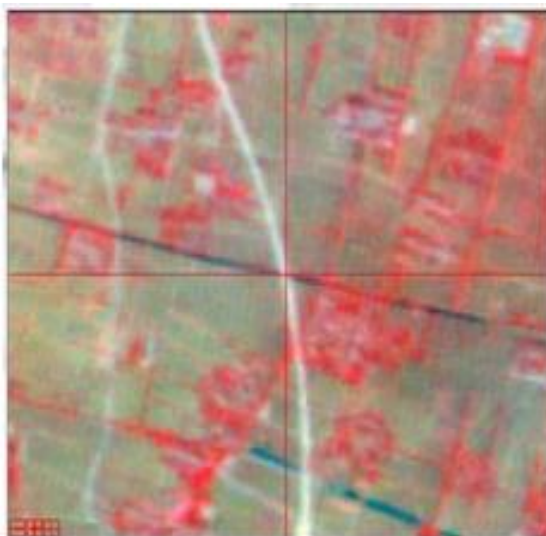


图3 Google earth几何精校正控制点

植被指数（NDVI）计算

- 利用得到的反射率影像，计算归一化植被指数（NDVI）。

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R}$$

式中， ρ_{NIR} 和 ρ_R 分别为GF-1/WFV 16米影像的第4波段近红外波段（0.77 -0.89 μm ）和第3波段红光波段（0.63-0.69 μm ）反射率。

地理背景资料

- 地理背景资料主要包括菏泽市**土地利用类型数据**，由TM数据分类而得。菏泽市各县（区）行政边界**1:5万矢量数据**，来自国家测绘局。

野外调查数据

- ▶ 研究期间携带**GPS**赴菏泽市冬小麦和大蒜主要产区进行了野外考察，获取了比较准确详细的地物特征数据和样点经纬度资料。
- ▶ 便于了解冬小麦和大蒜主要产区的地形地貌、冬小麦和大蒜种植情况；同时，也用于处理遥感影像时的地物识别和对监测结果的验证。



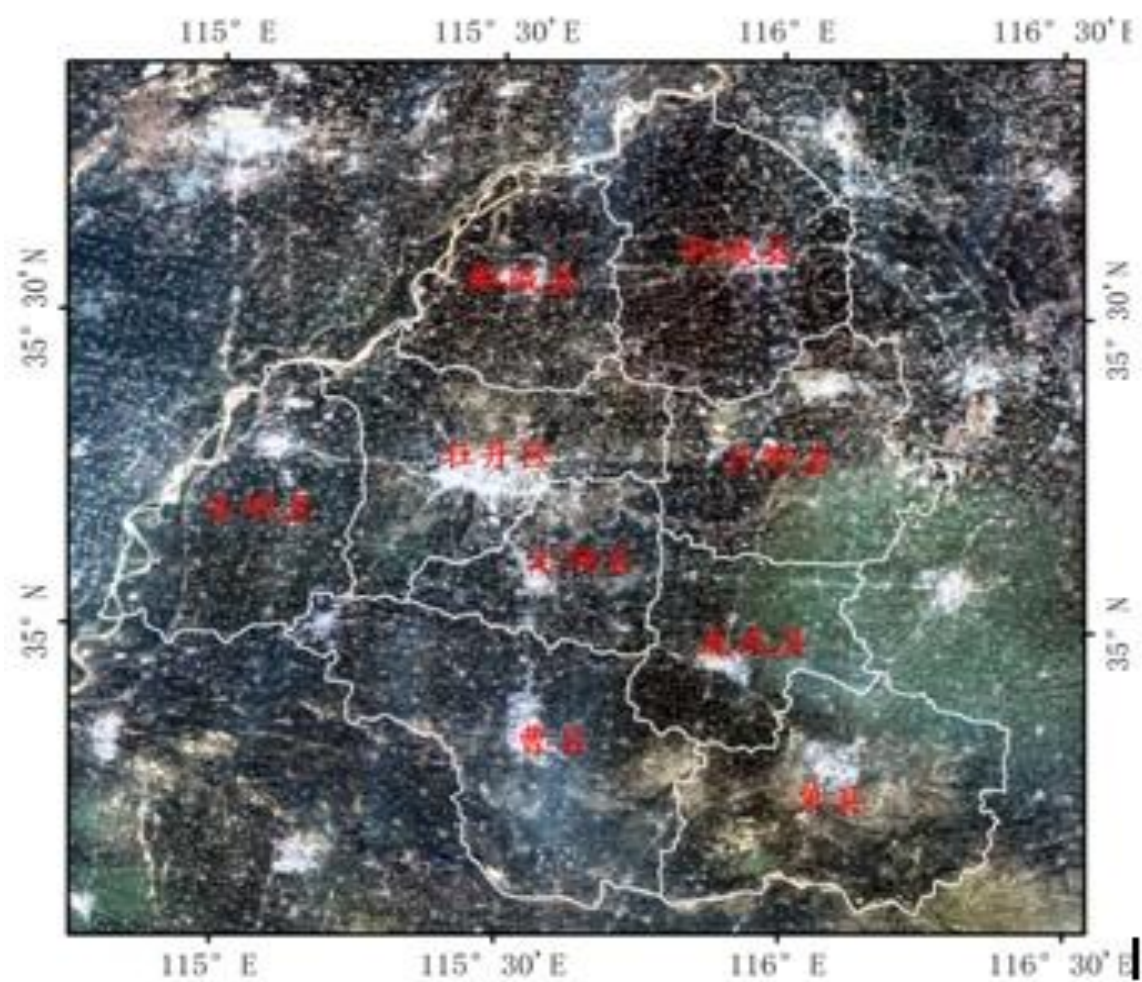


图 1 2015-04-14 GF-1/WFV 真彩色影像图 (R/G/B:3/2/1)

三、方法与结果分析

冬小麦遥感监测分区方法

- 菏泽市南北长157公里，东西宽140公里，总面积为12238.62平方公里。各地作物种植制度和方式也有很大不同，如在巨野、成武等地大蒜和冬小麦种植面积都很大，东明麦田套种西瓜现象比较普遍。
- 遥感数据的同物异谱与异物同谱现象严重，直接影响冬小麦面积的解译精度。因此在基于GF-1/WFV 16米影像提取冬小麦种植面积时，必须对全市进行精细化分区处理。

冬小麦遥感监测分区方法

- 根据菏泽市农业气候区划的结果，**综合考虑作物发育期、地貌、种植结构等因素**，通过实地调查和影像分析等方式，将全市划为4个区域：

表 1 冬小麦种植信息遥感提取分区

区号	区（县）
1 区	东明、定陶
2 区	鄄城、鄄城、牡丹区
3 区	巨野、成武
4 区	曹县、单县

冬小麦种植信息提取方法

- 菏泽冬小麦一般在每年的10月上中旬播种，来年的6月上中旬收获。4月中旬，冬小麦处于拔节期，作物长势较好，光谱特征较稳定，NDVI值较高，易于识别。
- 菏泽也是山东省大蒜的主产地，大蒜一般于每年的9月下旬至10月上旬播种，来年的5月中下旬收获，冬、春季的生长状态与冬小麦极为相似，是冬小麦种植信息提取的重要障碍因素。此外，调查发现常绿植被（柏树和松树）也会影响冬小麦的提取精度。

冬小麦种植信息提取方法

- 为了有效排除大蒜和常绿植被等地物对冬小麦面积提取精度的影响，基于GF-1/WFV 16米影像图，利用冬小麦在不同波段与其他地物明显的光谱差异，采用决策树分类和监督分类-最大似然法相结合的方法，同时以野外调查和菏泽市土地利用类型数据作为辅助，通过分区解译的方式进行冬小麦种植面积和分布范围提取。

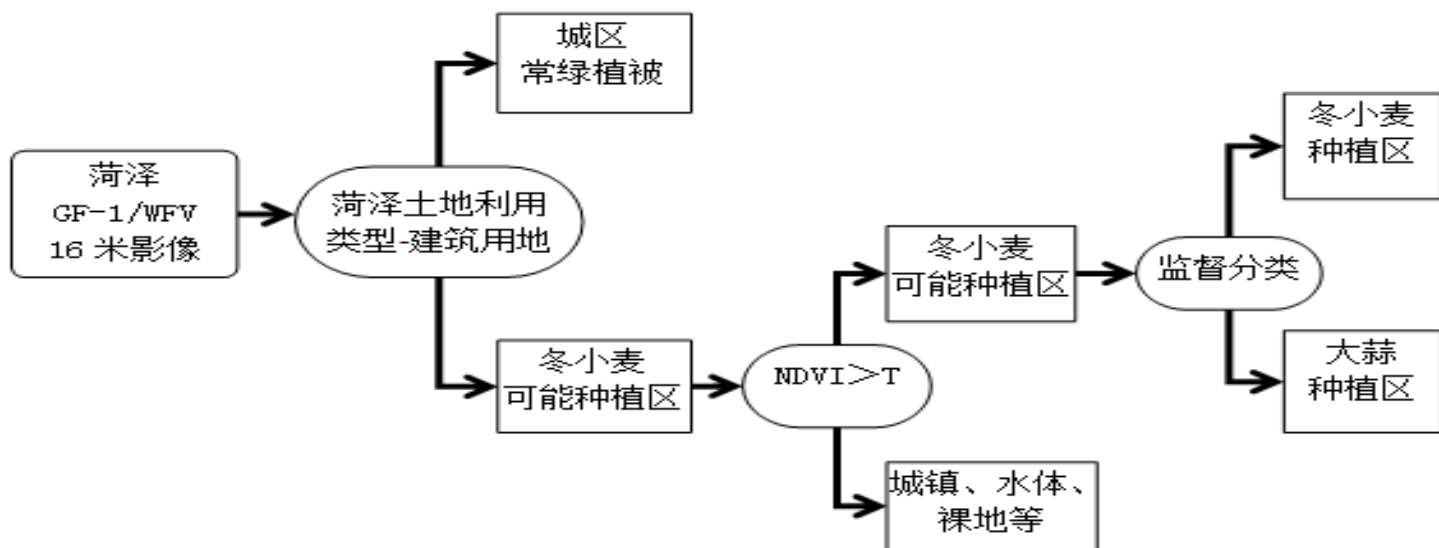


图2 冬小麦信息遥感提取技术流程图

以第三区（巨野和成武）为例

- 在ENVI中，基于GF-1/WFV 16米影像，通过叠加**菏泽市土地利用类型-建筑用地掩膜数据**，首先剔除城区常绿植被对冬小麦的干扰。
- 从2015年4月14日地物类型的NDVI值来看，**居民地、水体、裸地等NDVI值均在0.21以下**。因此，利用NDVI值可以直接剔除居民地、水体、裸地等地物的干扰。

- 大蒜的NDVI值域范围为0.31-0.42，冬小麦的NDVI值域范围为0.32-0.58，二者存在重叠，利用NDVI值很难进一步区分。
- 但大蒜和冬小麦在GF-1/WFV影像4个波段上的光谱信息却有很大差别，冬小麦在1、2和3波段反射率均低于大蒜，4波段的反射率值高于大蒜。

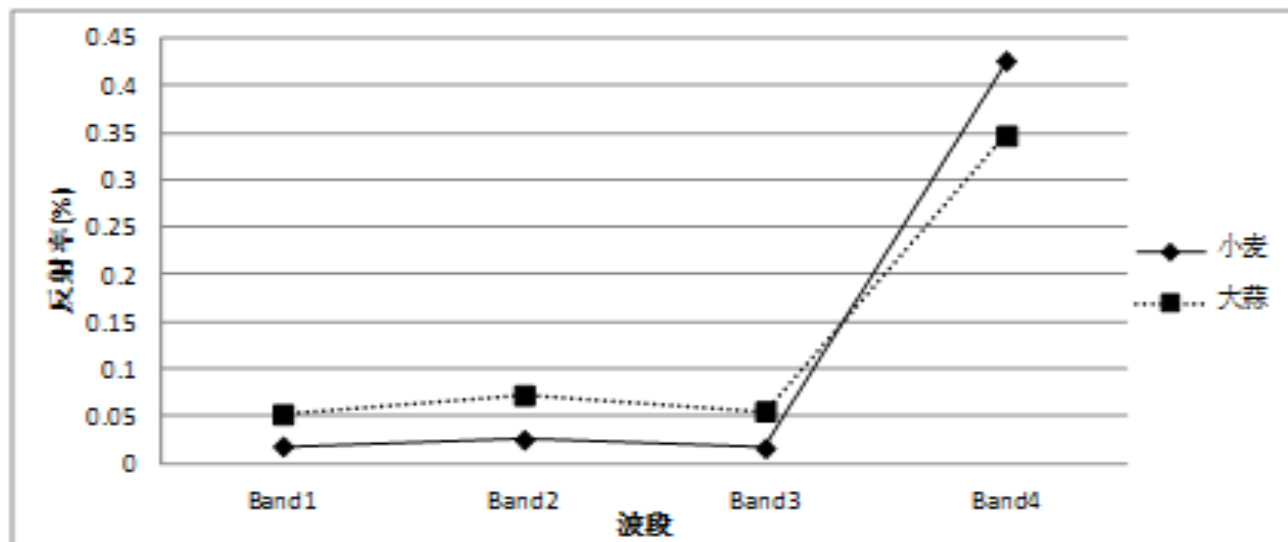
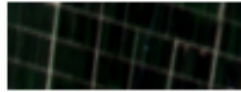



图3 冬小麦和大蒜在GF-1/WFV影像上的光谱特征

- 根据冬小麦和大蒜的光谱特征分析，选择第3、2和1波段对应红、绿和蓝色合成覆盖菏泽市的GF-1/WFV真彩色影像。冬小麦由于第1、2和3波段反射率均低于大蒜，且第2波段的反射率值要高于第1和3波段，所以在图像上冬小麦表现为墨绿色，大蒜表现为亮绿色。
- 利用ENVI，采用监督分类中的最大似然法（冬小麦和大蒜的可分离系数达到1.99）可以剔除大蒜的干扰。

表 2 冬小麦和大蒜在 GF-1/WFV 影像上的代表色彩

地物	色彩描述	色彩展示
冬小麦	墨绿色	
大蒜	亮绿色	

- 通过采用上述分类法，分别得到各分区内的冬小麦分布范围后，再利用ArcGIS将各分区的分类图拼接在一起，获得菏泽市2014和2015年冬小麦种植空间分布示意图，图中绿色为冬小麦。

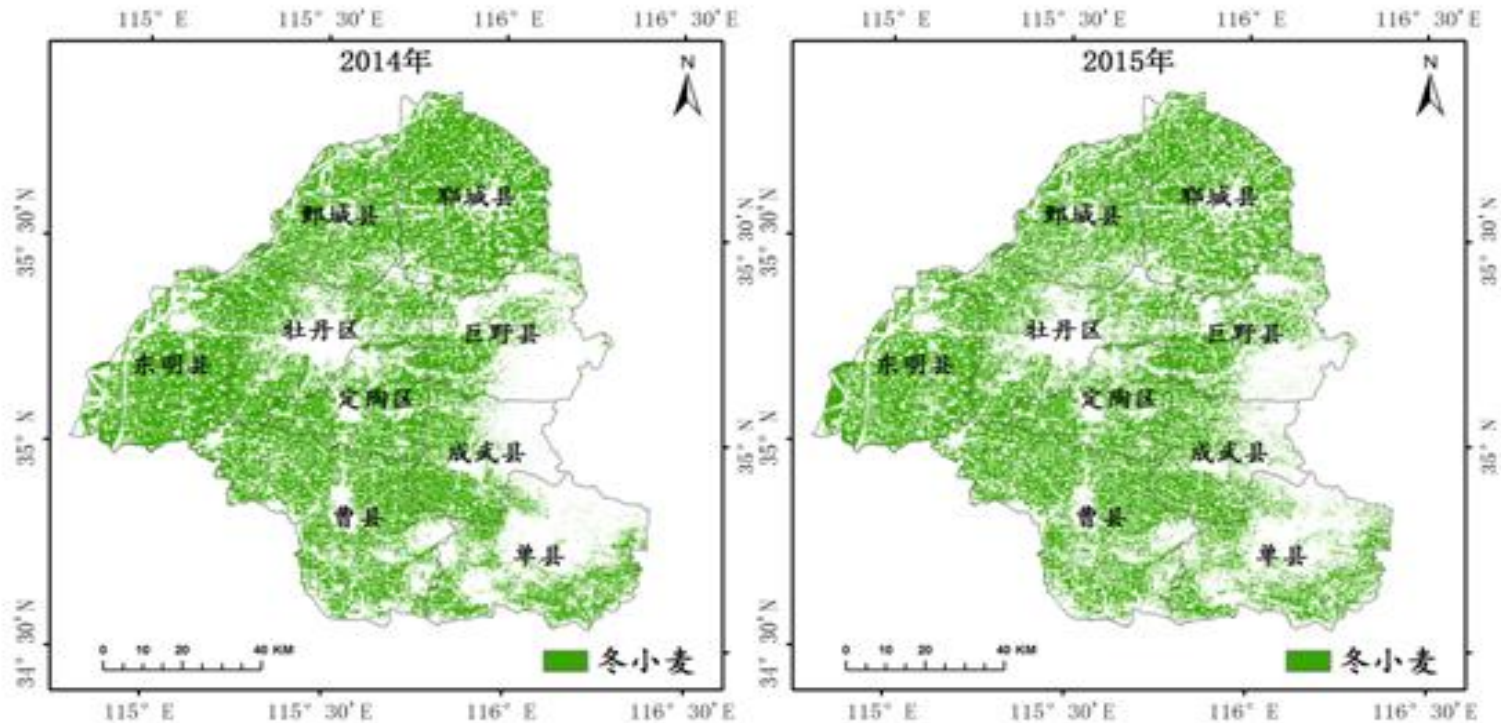


图4 2014和2015年菏泽市冬小麦种植空间分布示意图

冬小麦种植区提取精度

- 冬小麦种植区提取的精度结果应从**位置精度**和**面积总量精度**两个方面进行精度评价。
- **位置精度评价**：通常是通过研究区样本的分类结果与参照数据的比较而实现的。利用野外调查的冬小麦样方点GPS数据，与冬小麦解译结果进行空间叠加分析，**2014年和2015年菏泽市冬小麦位置提取精度为96.5%和96.7%**。
- **误判点主要位于冬小麦和大蒜的混种区域或冬小麦套种比较稀疏的区域，不具备冬小麦光谱特征或光谱特征不明显所致。**

面积总量精度评价：

- 基于GF-1/WFV 16米影像提取的菏泽市冬小麦种植面积（2014年：849.5万亩，2015年：817.3万亩），统计局提供数据（2014年：877.7万亩，2015年：860.7万亩）。
- 结果表明：基于GF-1/WFV 16米影像提取出的2014和2015年菏泽市冬小麦种植面积均小于统计局提供的数据，但两年的变化趋势是一致的。随着农业种植结构的调整，菏泽市冬小麦种植面积两年间总体呈减少趋势。2014和2015年冬小麦面积总量精度分别为96.8%和95.0%。

表 4 基于 GF-1/WFV 16 米影像冬小麦种植面积提取与统计部门数据比较

县市区	统计局小麦面积 (亩)		变化率 (%)	遥感提取小麦面积 (亩)		变化率 (%)
	2014 年	2015 年		2014 年	2015 年	
牡丹区	1012000	929800	-8.1	996586	827393	-17.0
曹县	1404000	1448700	3.2	1517719	1457088	-4.0
单县	1096413	957200	-12.7	657150	715057	8.8
成武县	728000	628000	-13.7	559466	606700	8.4
巨野县	767000	811800	5.8	503244	636892	26.6
鄄城县	1255000	1271000	1.3	1513754	1366152	-9.8
鄄城县	834000	845000	1.3	880968	801242	-9.0
定陶区	664000	709100	6.8	686100	632214	-7.9
东明县	1017000	1006300	-1.1	1180152	1130154	-4.2
总面积	8777413	8606900	-1.9	8495139	8172891	-8.0

该结果为试验数据，仅供参考。

冬小麦种植区提取精度

究其原因，除去统计数据自身的误差外，可能还有以下几个方面：

- （1）本研究中使用的菏泽市土地利用类型数据-建筑用地信息是**基于TM（30米）数据获得**，所以解译精度会对冬小麦面积提取产生影响。
- （2）在实际种植冬小麦时，为了便于田间管理，**麦田中会有田间道路和水利灌溉设施**，但在本研究中未对此信息进行有效剔除。
- （3）只考虑了对冬小麦遥感提取影响最大的常绿植被和大蒜种植信息，**并未考虑同期其他田间作物（如：油菜）**对冬小麦提取精度的影响。
- （4）虽然GF-1/WFV影像的空间分辨率为16米，但在种植结构复杂区域仍容易形成混合像元影响提取精度。

四、结论与讨论

四、结论与讨论

在综合考虑冬小麦大尺度面积监测业务运行成本和信息提取精度的前提下，基于GF-1/WFV 16米影像对菏泽市2014和2015年冬小麦进行了种植面积提取和年际间变化动态监测，主要得到以下结论：

- (1) GF-1/WFV 16米影像空间分辨率高，重访时间短，可以有效地解决作物种植信息遥感监测业务运行时空分辨率的矛盾。能大幅提高农作物面积遥感监测精度（GF-6号卫星）。
- (2) 充分考虑冬小麦发育期和种植结构等因素对冬小麦光谱信息造成的影响，分区域以及综合利用决策树和监督分类方法进行冬小麦面积提取，能有效提高遥感解译精度。
- (3) 基于GF-1/WFV 16米影像提取的菏泽市冬小麦面积均小于统计局提供的数据，但两年的变化趋势是一致的。随着农业种植结构的调整，菏泽市2014-2015期间的冬小麦种植面积总体呈减少趋势。监测结果与菏泽经济发展形势相一致，说明该方法具有区域应用价值。

四、结论与讨论

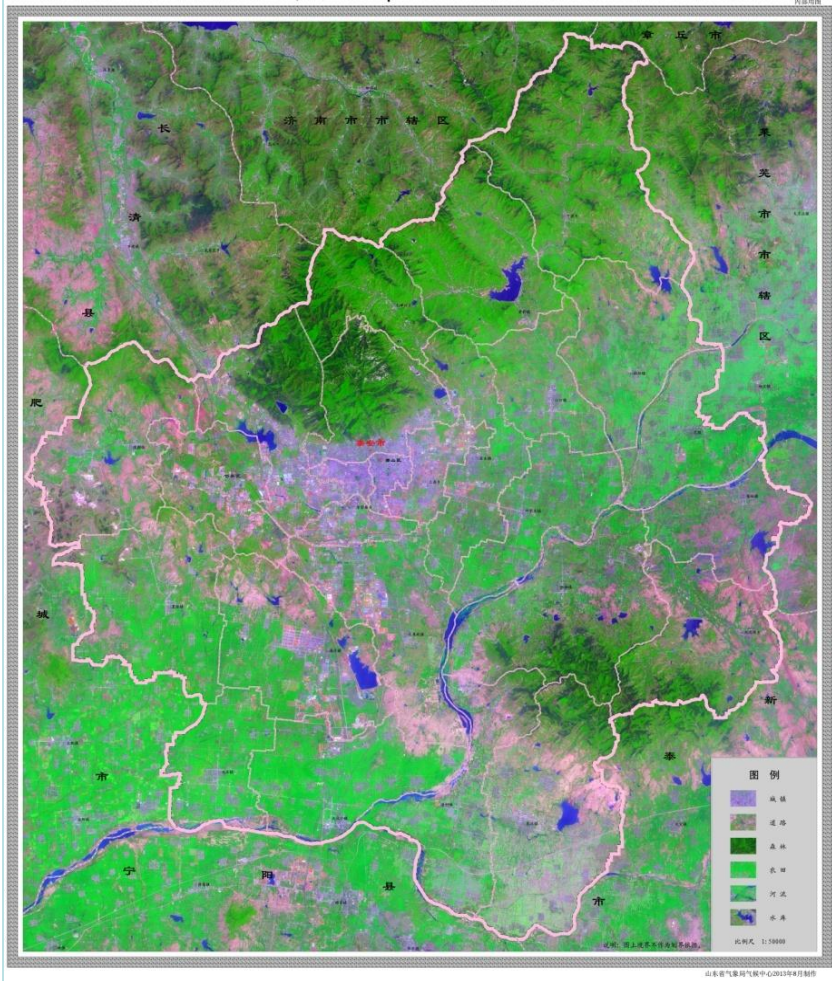
但在研究方法上还存在一些有待解决的问题。

- (1) 在不同地区由于气候和冬小麦种植时间等差异，会造成冬小麦在GF-1/WFV影像上呈现不同的光谱特征，如果差异较大，应进行更精细化的分区域提取，不应以行政区划作为分区的唯一标准。
- (2) GF-1/WFV影像的分辨率虽然为16米，但仍容易形成混合像元，通过目视解译也很难区分，这在一定程度上也限制了提取精度的进一步提高。因此，下一步研究的重点是在现有的基础上利用多时相和融合更高分辨率遥感影像对提取误差较大的重点区域进行冬小麦面积提取，进一步提高解译精度。尤其是在丘陵和山地等其他种植结构更复杂地区。

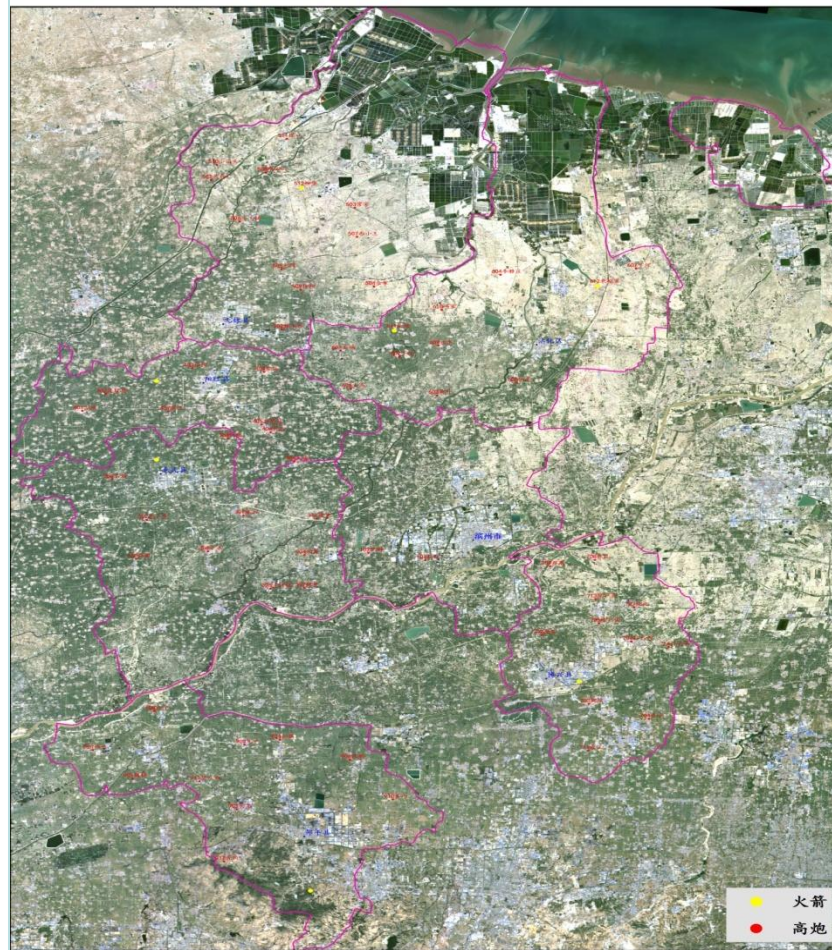
五、高分辨率卫星应用进展与展望

卫星遥感影像图

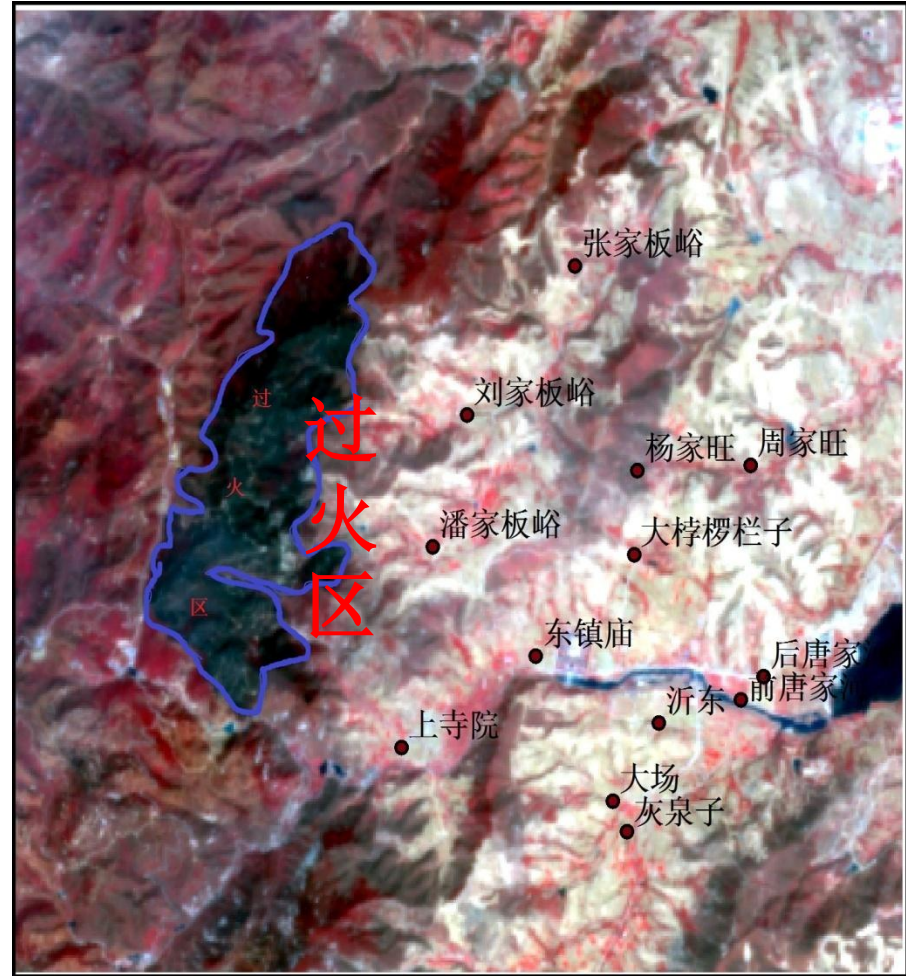
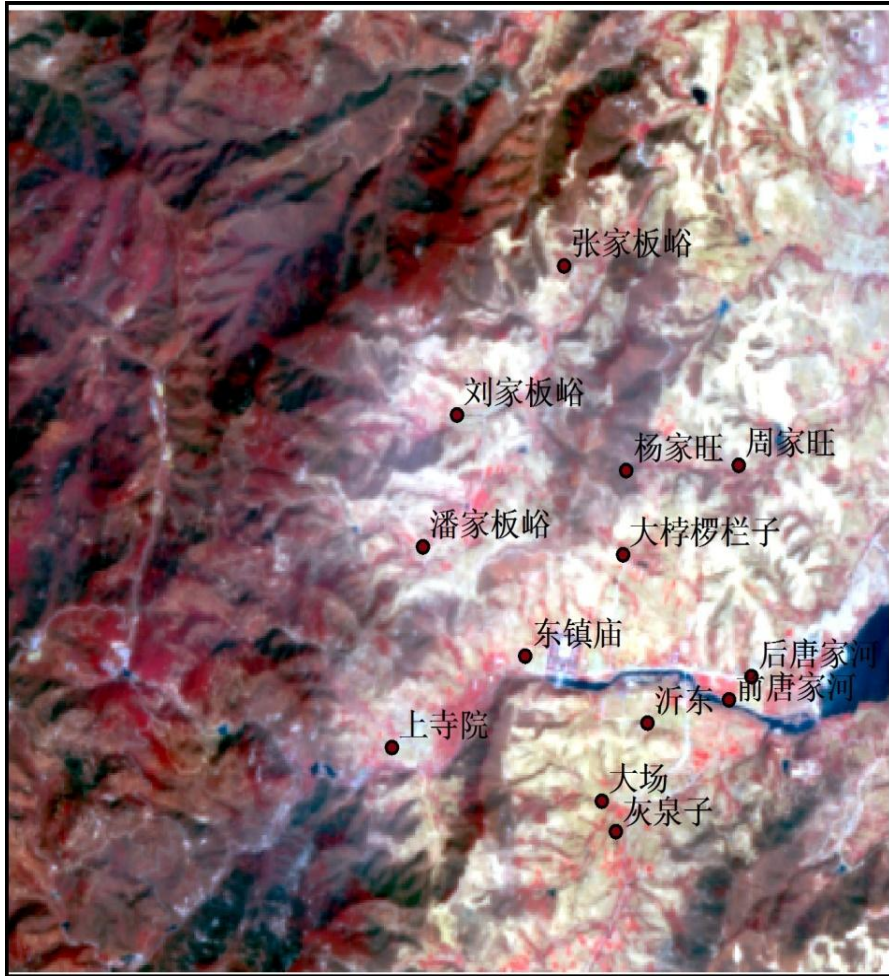
山东省泰安市卫星遥感影像图



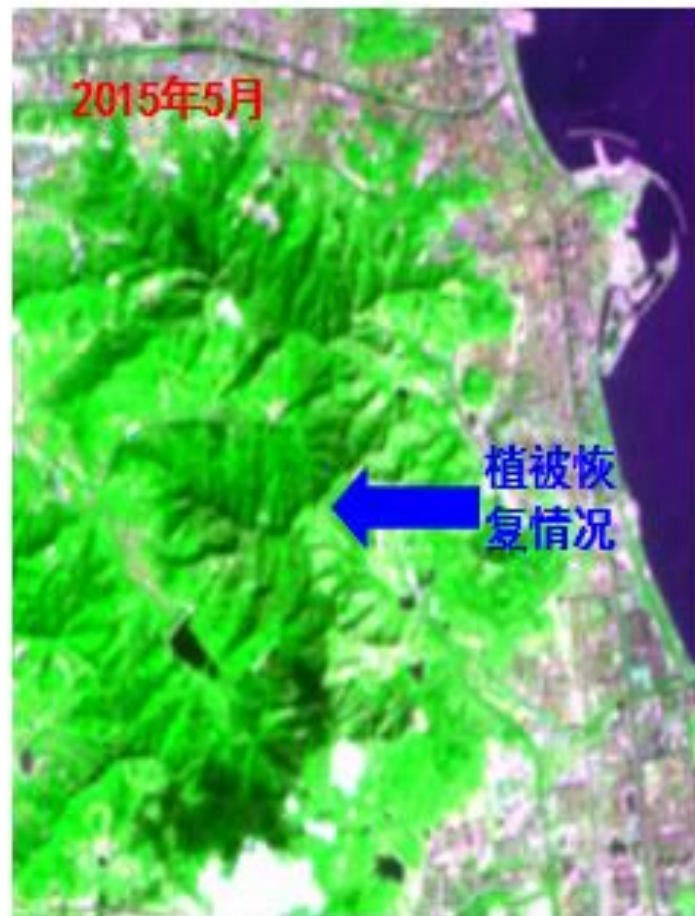
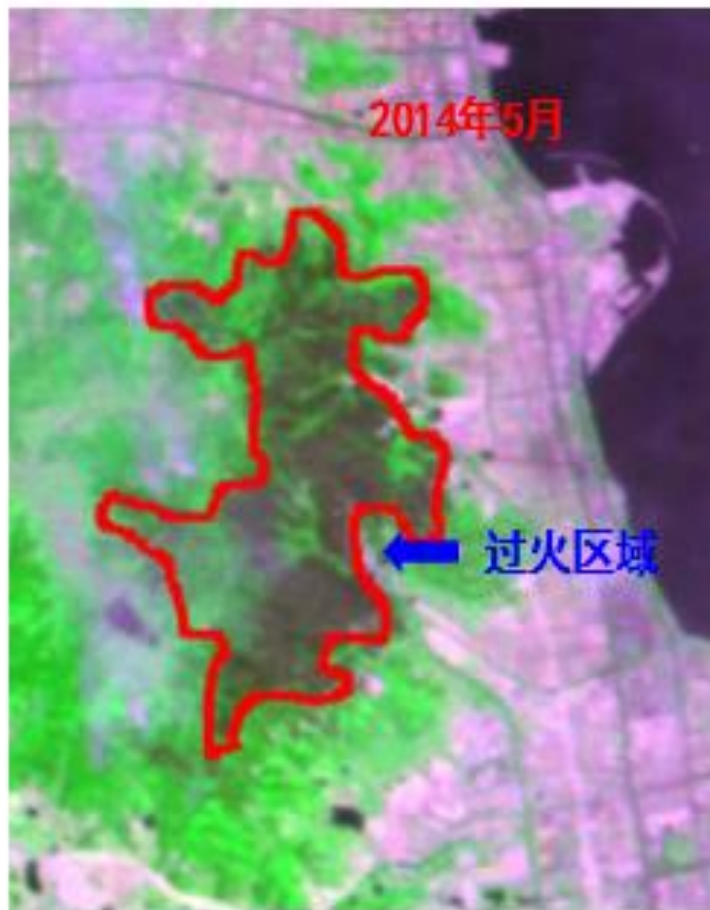
滨州市人工影响天气作业点分布图



临朐沂山森林火灾过火面积监测



威海环翠区植被恢复情况评估

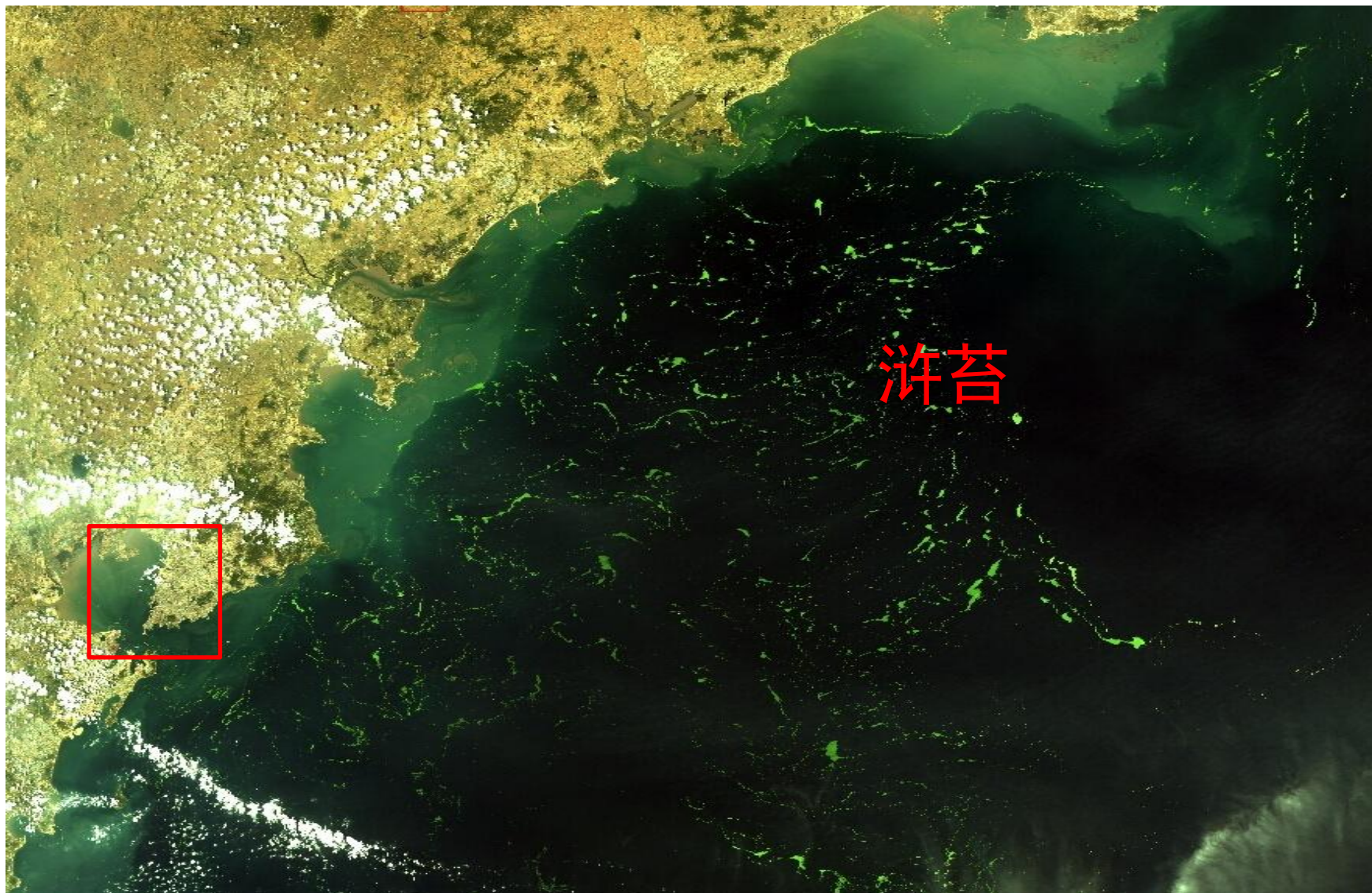


海冰监测

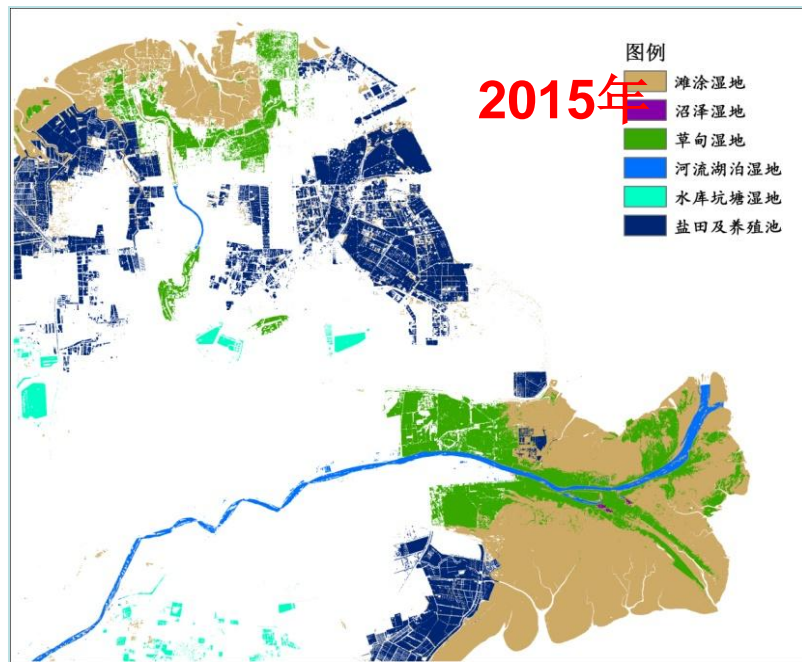
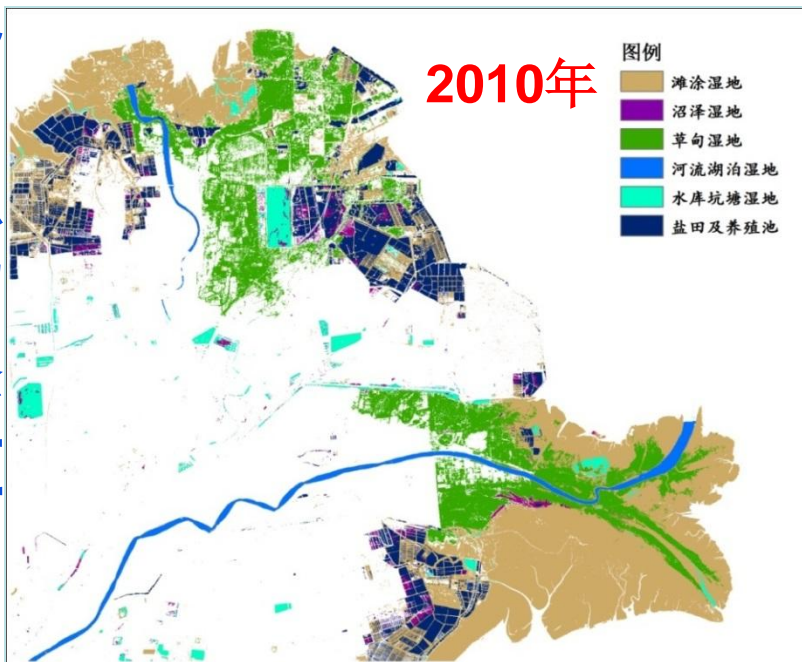
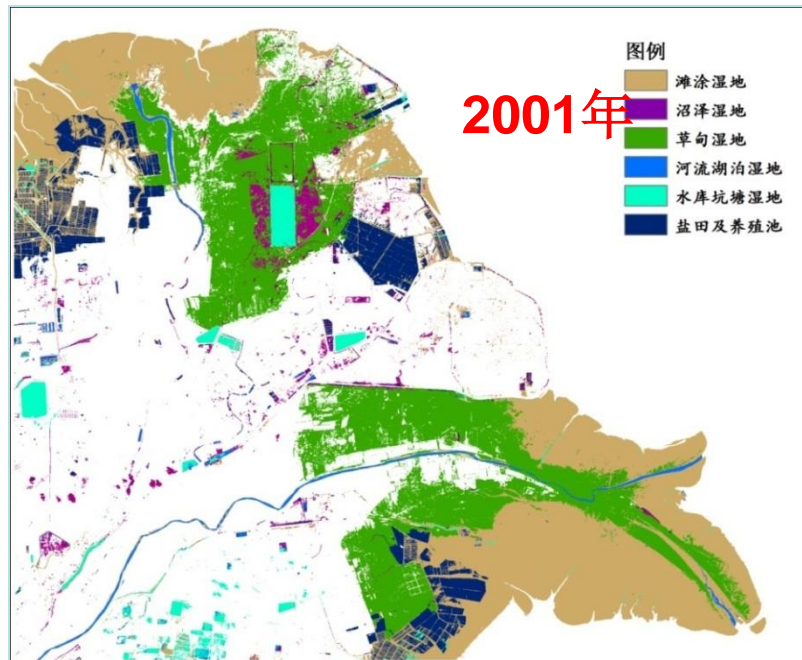
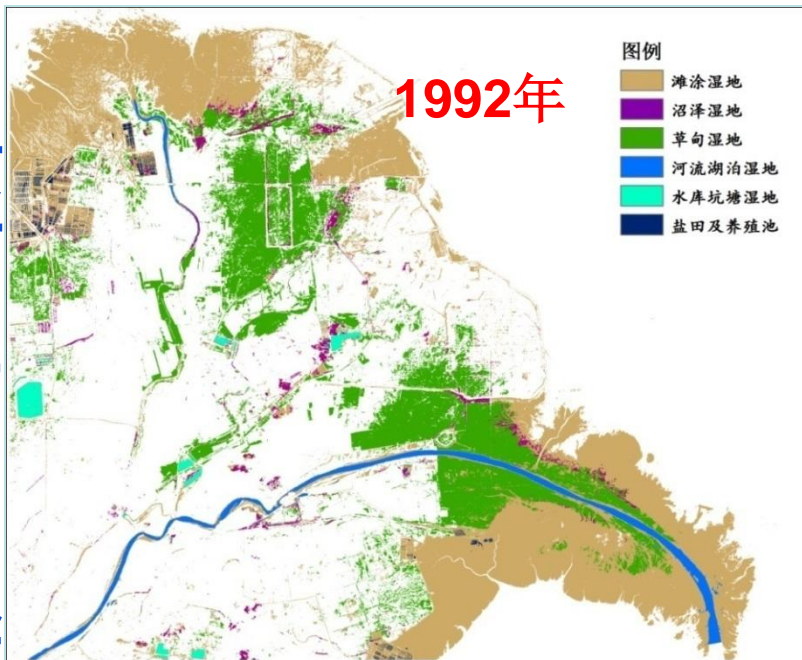
➤ 2016年胶州湾海冰监测



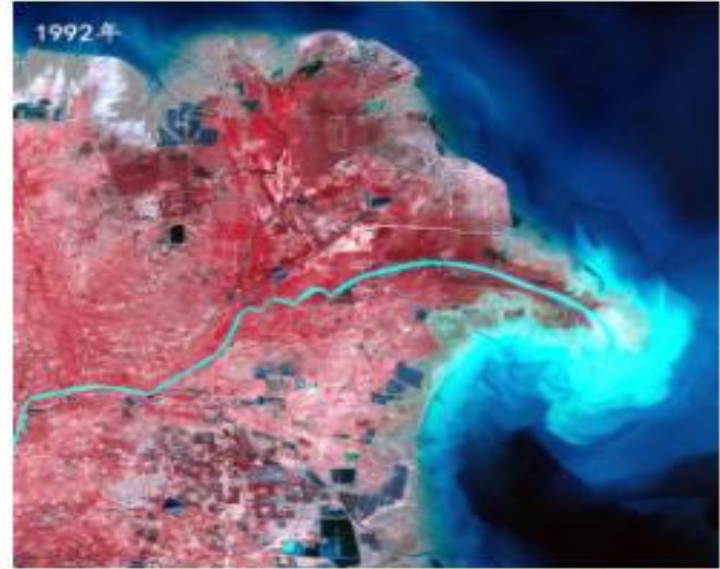
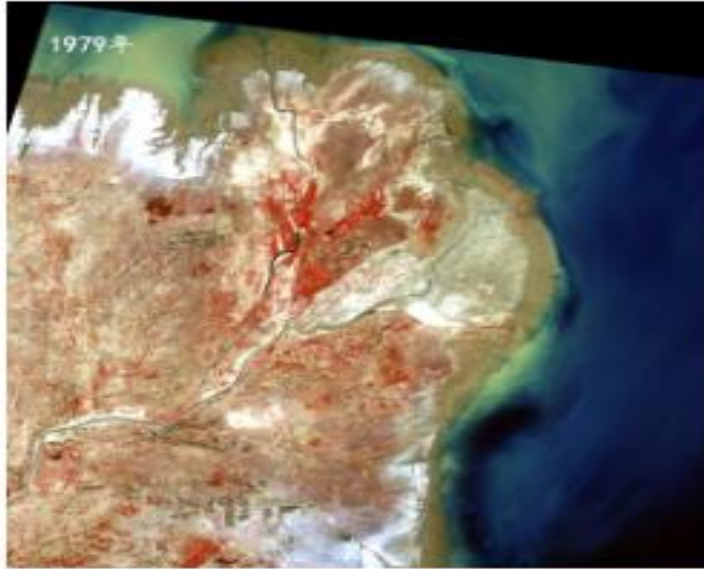
浒苔监测



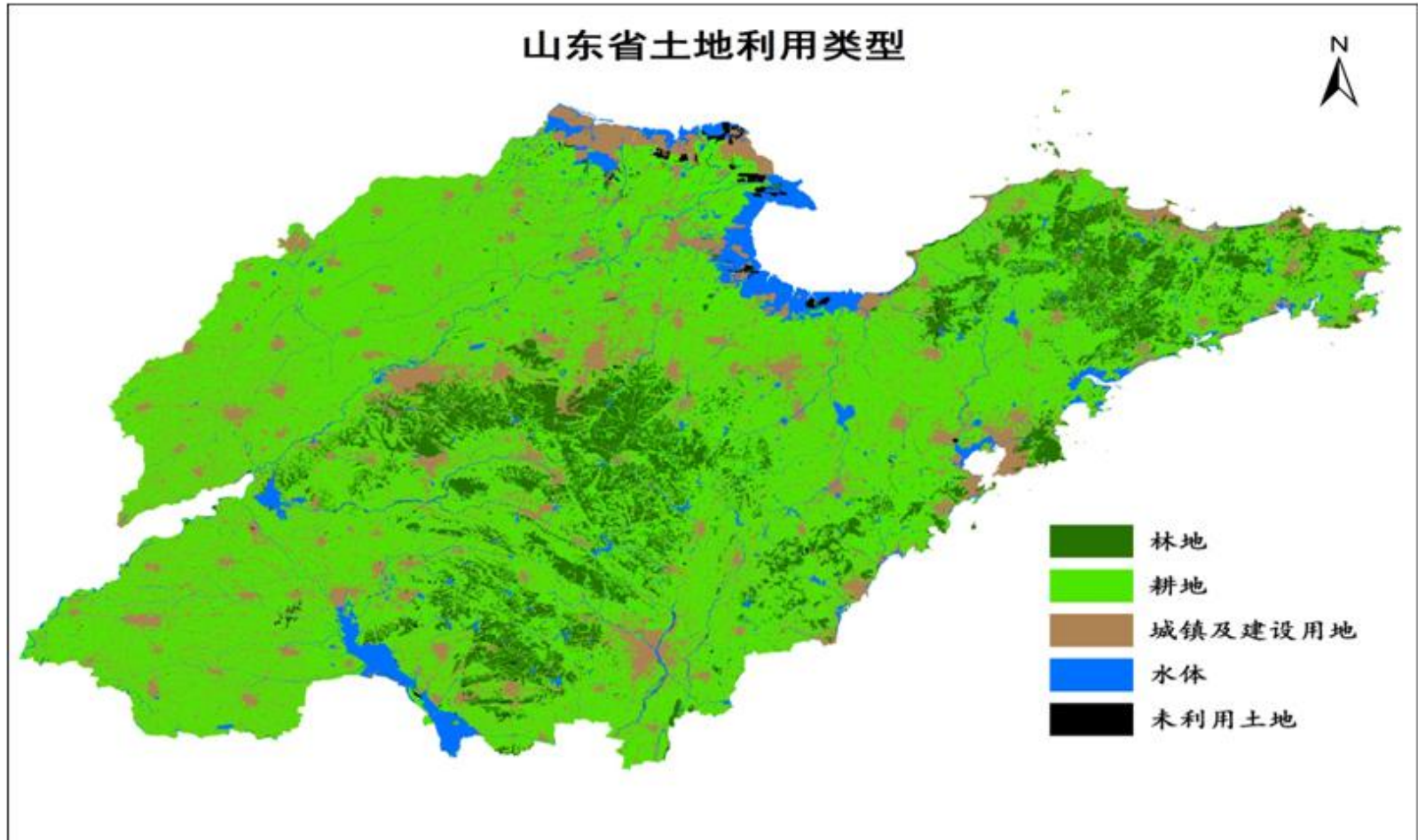
黄河三角洲湿地面积动态监测



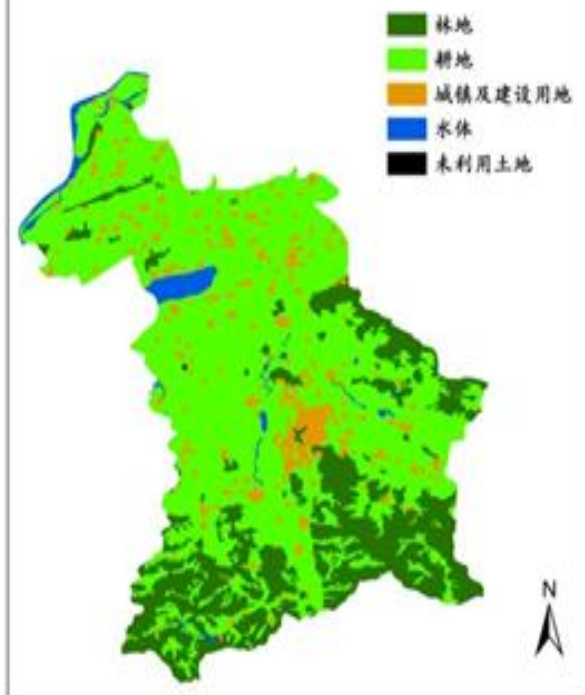
黄河三角洲海岸线变迁



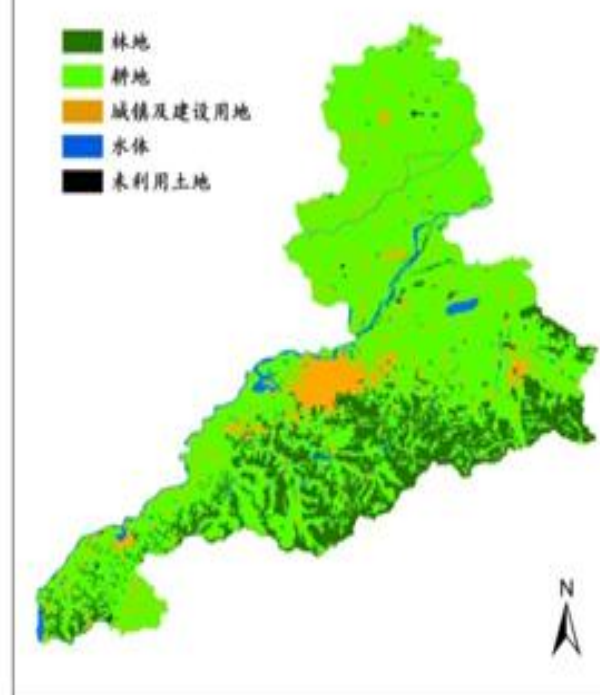
土地利用类型数据



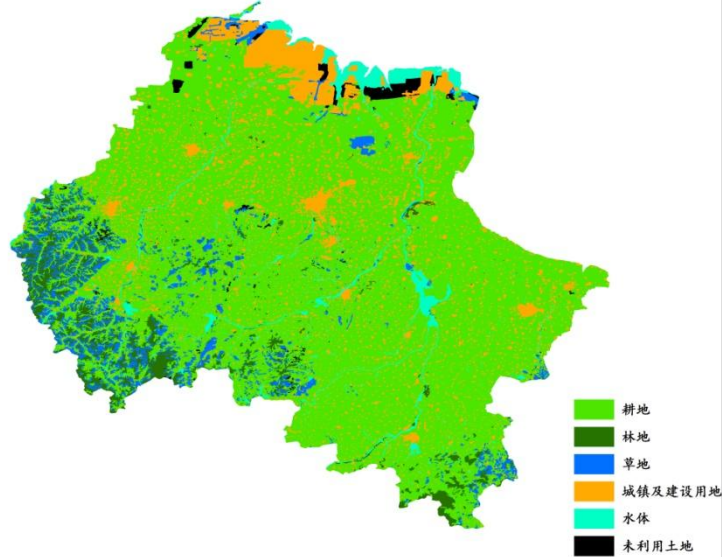
章丘市土地利用类型



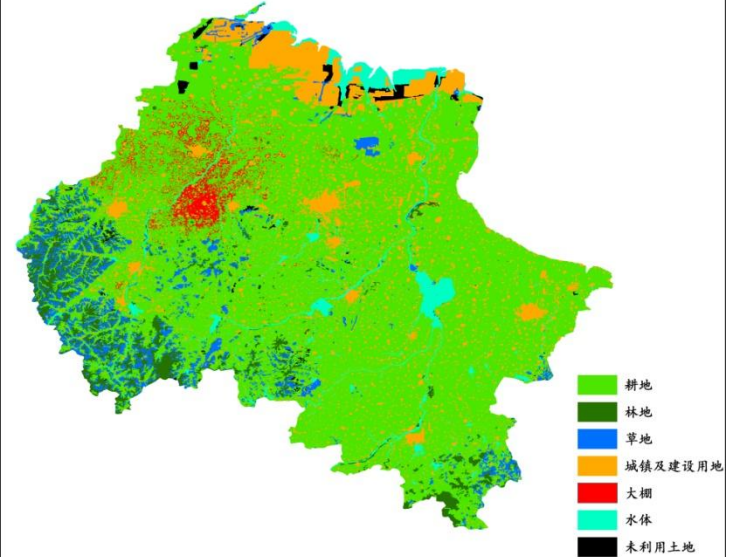
济南市土地利用类型



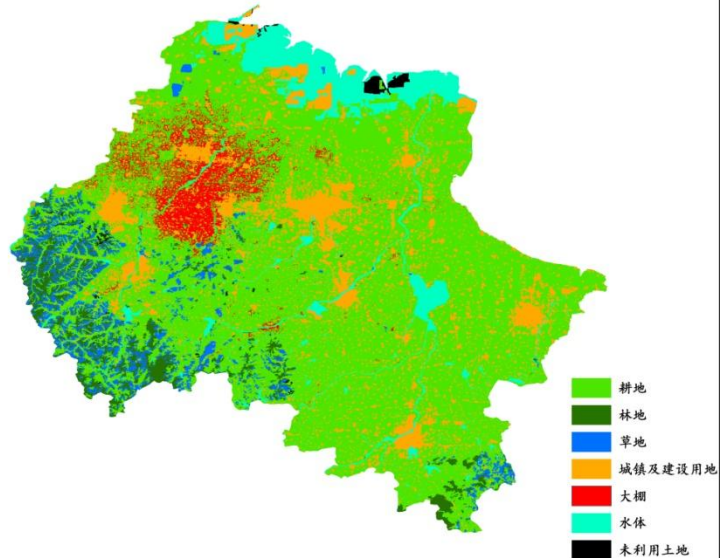
1989年



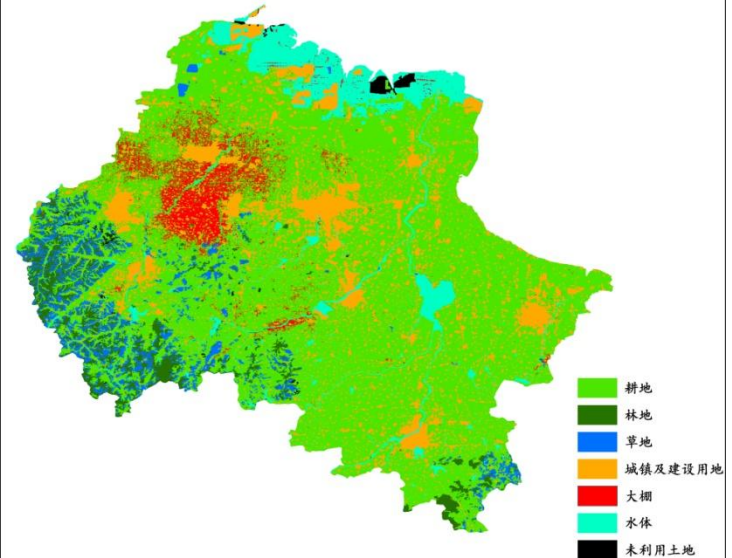
2000年



2010年



2016年

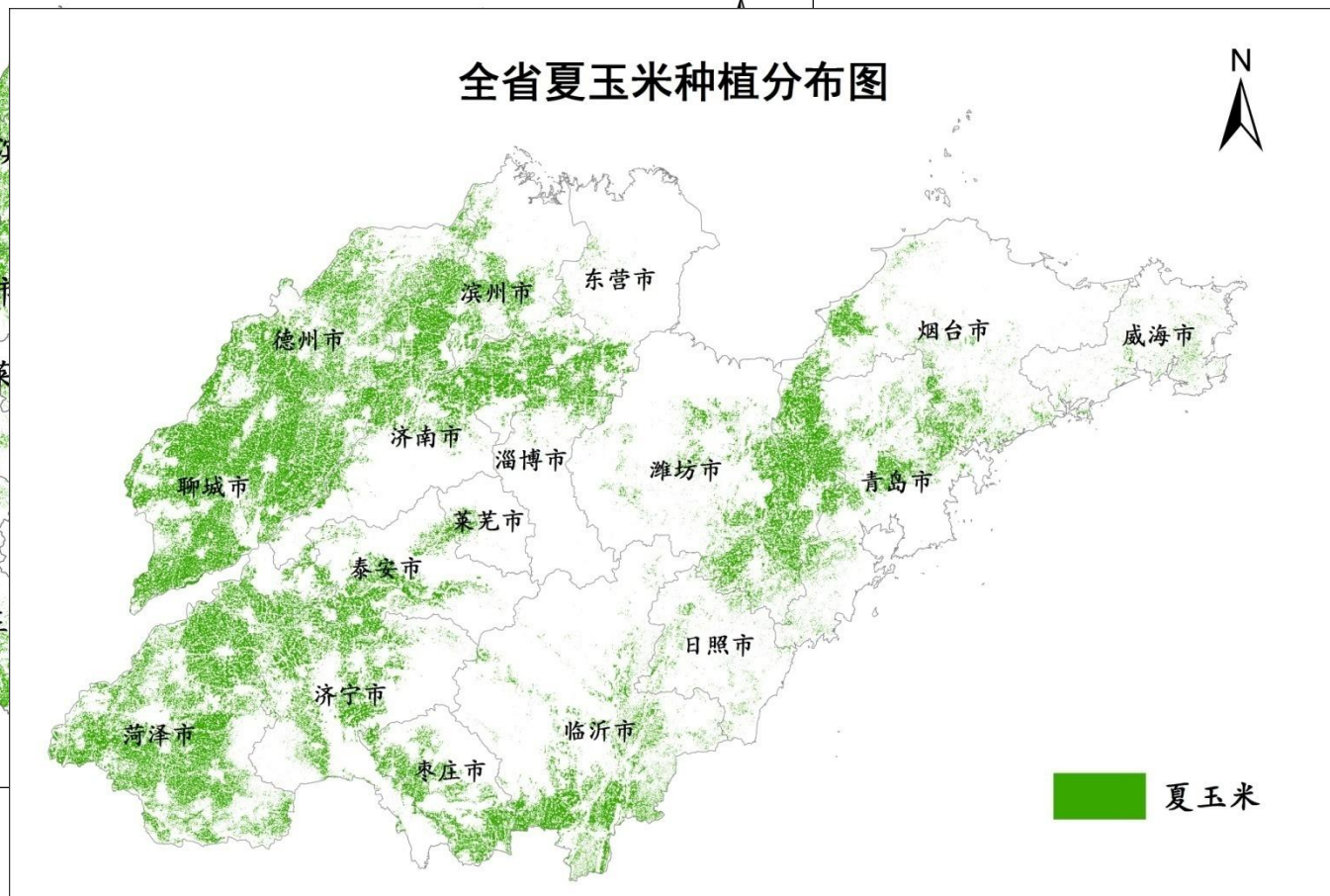


冬小麦和夏玉米种植信息提取

全省冬小麦种植分布图



全省夏玉米种植分布图

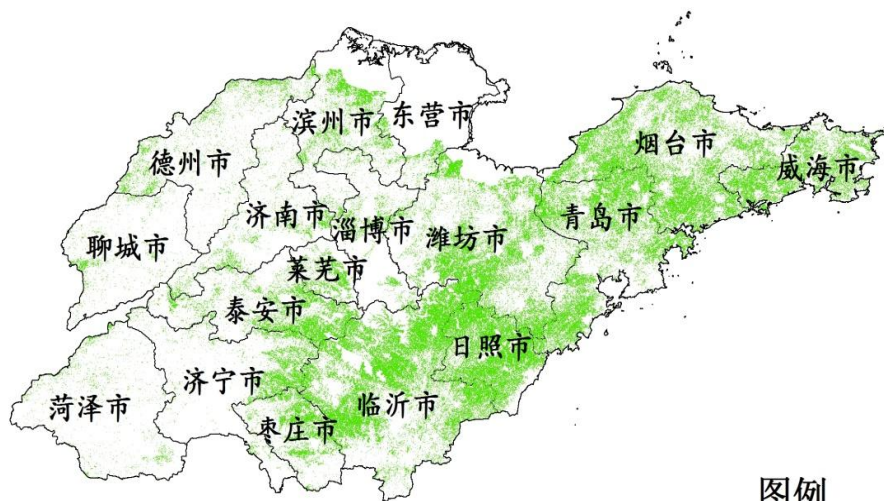


大蒜和果树种植信息提取

山东省主要大蒜种植区



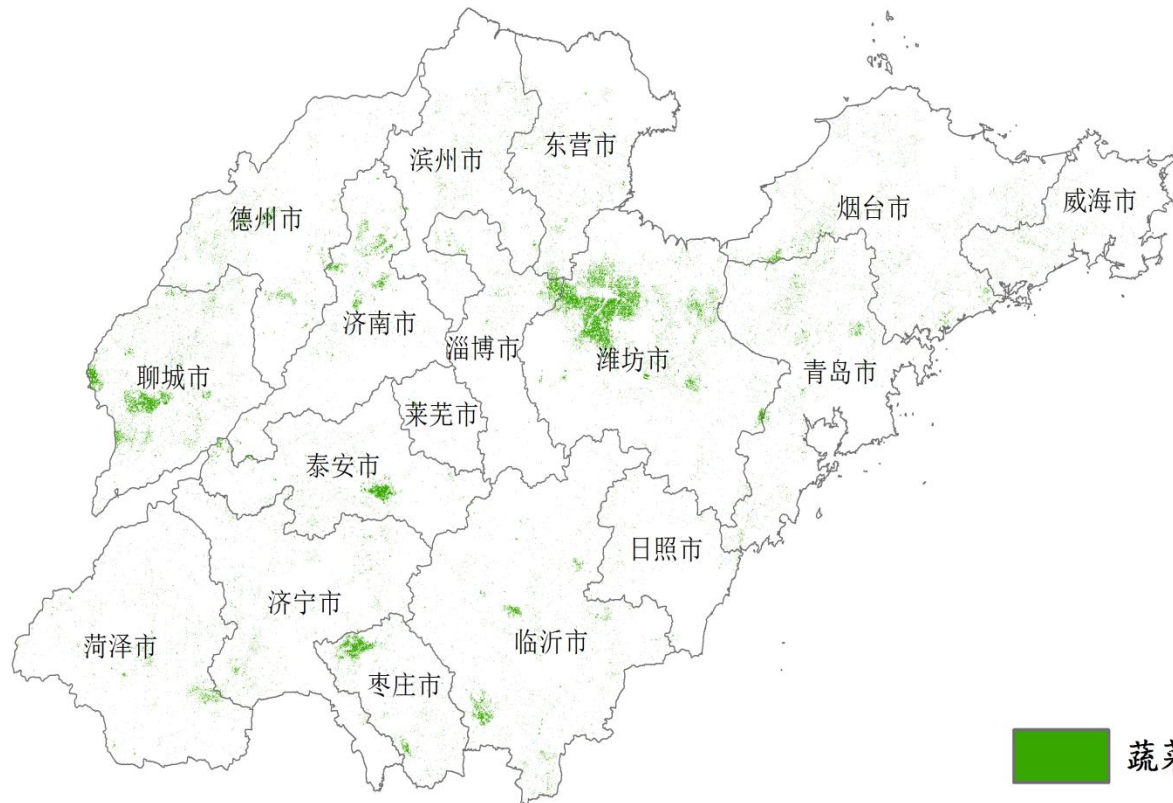
山东省果树种植区分布图



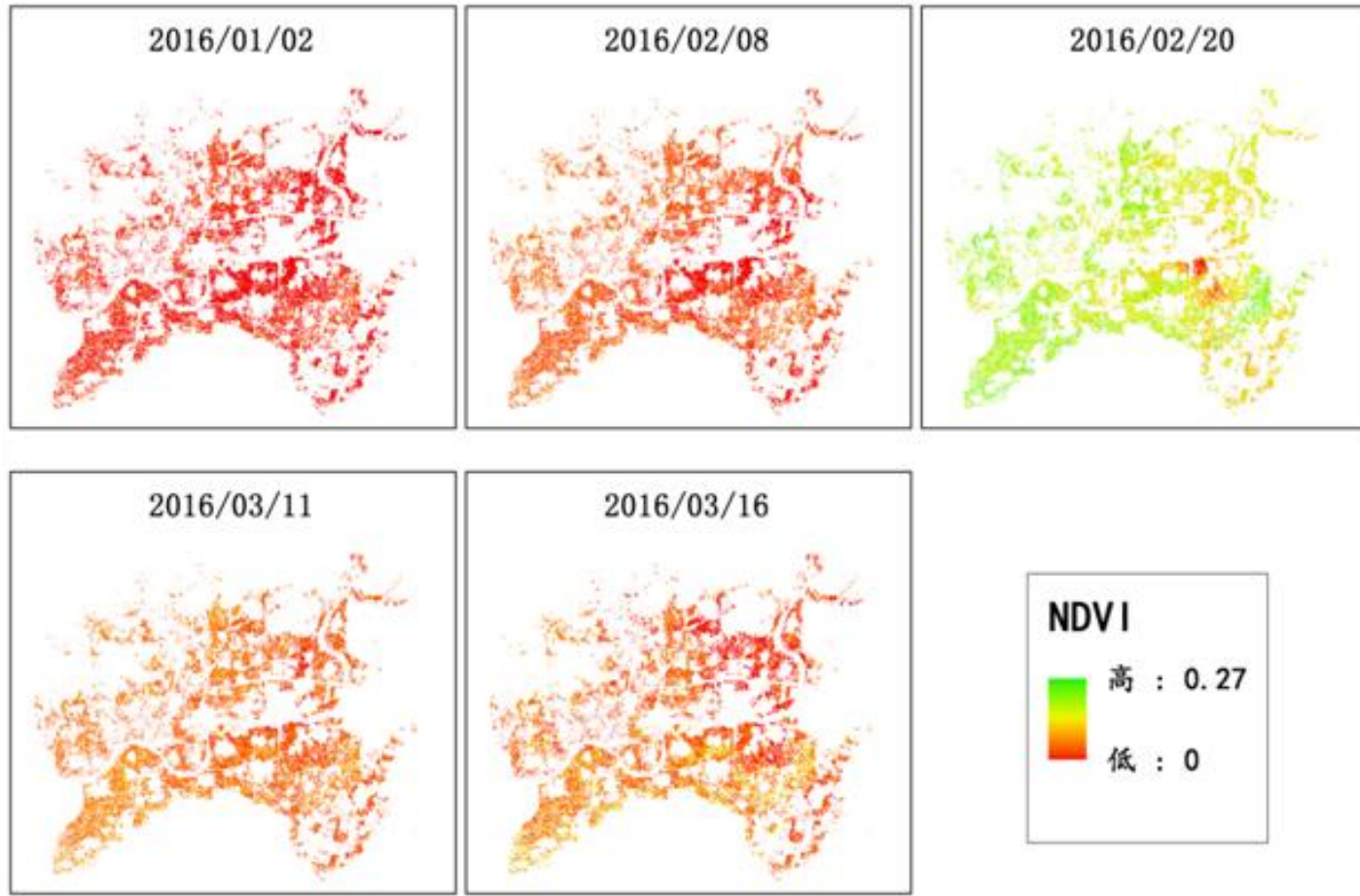
图例

果树

全省蔬菜大棚分布图



莱芜大蒜冻害动态监测 (GF-1)



谢 谢 大 家

敬 请 各 位 专 家 批 评 指 正