

# 盘锦市土地利用类型的遥感自动识别 与分类研究

## —CART决策树算法的应用与精度评价

刘松源<sup>1\*</sup>, 王鹤瑶<sup>2</sup>

<sup>1</sup>辽宁师范大学地理科学学院, 辽宁 大连

<sup>2</sup>大连博伦中学, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年2月7日; 录用日期: 2026年2月24日; 发布日期: 2026年3月5日

### 摘要

遥感监测土地利用现状是遥感科学的重要研究方向。本文从地理空间数据云网站下载了辽宁省盘锦市2002年、2011年、2022年的6景Landsat数据, 利用CART算法进行了土地利用类型分类研究。将盘锦市土地利用类型分为林地、草地、耕地、水域、建设用地、其它用地6类。研究工具主要采用了ENVI软件和ArcGIS软件, 研究方法是多波段彩色合成, 每年2景图像镶嵌处理, 按照盘锦市行政边界裁剪, 训练样本选择, CART算法分类, 分类精度评价, 土地利用类型图制作, 每种土地利用类型面积统计, 土地利用动态度计算, 土地利用转移矩阵计算。主要研究结论是: 从2002年到2011年, 盘锦市建设用地、草地、其它用地的面积在增加, 耕地、林地、水域的面积在减少, 建设用地面积增加最多, 增加219.31 km<sup>2</sup>, 林地面积减少最多, 减少236.71 km<sup>2</sup>。从2011年到2022年, 建设用地、草地、其它用地的面积在增加, 水域、林地、耕地的面积在减少, 建设用地面积增加最多, 增加376.12 km<sup>2</sup>, 水域面积减少最多, 减少323.44 km<sup>2</sup>。从2002年到2022年, 建设用地、草地、其它用地的面积在增加, 建设用地面积增加最多, 增加595.43 km<sup>2</sup>, 林地面积减少最多, 减少397.58 km<sup>2</sup>。从2002年到2011年, 耕地转移为建设用地的面积是139.87 km<sup>2</sup>。从2011年到2022年, 耕地转移为建设用地的面积是331.36 km<sup>2</sup>。从2002年到2022年, 耕地转移为建设用地的面积是373.84 km<sup>2</sup>。

### 关键词

遥感, CART算法, 土地利用, 盘锦市

# Remote Sensing Automatic Identification and Classification of Land Use Types in Panjin City

## —Application and Accuracy Evaluation of the CART Decision Tree Algorithm

\*通讯作者。

## Songyuan Liu<sup>1\*</sup>, Heyao Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Geographical Sciences, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning

<sup>2</sup>Dalian Bolun Middle School, Dalian Liaoning

Received: February 7, 2026; accepted: February 24, 2026; published: March 5, 2026

### Abstract

Remote sensing monitoring of land use status is an important research direction in remote sensing science. This article downloaded six Landsat data from the Geospatial Data Cloud website in Panjin City, Liaoning Province in 2002, 2011, and 2022, and conducted land use type classification research using the CART algorithm. Divide the land use types of Panjin City into 6 categories: forest land, grassland, cultivated land, water area, construction land, and other land. The research tools mainly used ENVI software and ArcGIS software. The research method was multi band color synthesis, with 2 images mosaic processing per year. The data was cropped according to the administrative boundary of Panjin City, training sample selection, CART algorithm classification, classification accuracy evaluation, land use type map production, area statistics of each land use type, land use dynamic degree calculation, and land use transfer matrix calculation. The main research conclusion is that from 2002 to 2011, the area of construction land, grassland, and other land in Panjin City has been increasing, while the area of arable land, forest land, and water area has been decreasing. The construction land area has increased the most by 219.31 km<sup>2</sup>, while the forest land area has decreased the most by 236.71 km<sup>2</sup>. From 2011 to 2022, the area of construction land, grassland, and other land was increasing, while the area of water, forest, and farmland was decreasing. The construction land area has increased the most, with an increase of 376.12 km<sup>2</sup>, and the water area has decreased the most, with a decrease of 323.44 km<sup>2</sup>. From 2002 to 2022, the area of construction land, grassland, and other land has been increasing, with construction land increasing the most by 595.43 km<sup>2</sup> and forest land decreasing the most by 397.58 km<sup>2</sup>. From 2002 to 2011, the area of cultivated land transferred to construction land was 139.87 km<sup>2</sup>. From 2011 to 2022, the area of cultivated land transferred to construction land was 331.36 km<sup>2</sup>. From 2002 to 2022, the area of cultivated land transferred to construction land was 373.84 km<sup>2</sup>.

### Keywords

Remote Sensing, CART Algorithm, Land Use, Panjin City

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近些年来, 我国的城镇化有了很大的发展, 但是在发展过程中伴随着很多严重的问题, 城镇用地的不合理就是最为严重的一项, 由于对于城镇化的理解不到位, 导致城镇土地利用逐渐盲目地扩张, 不仅浪费了土地资源、破坏了生态环境, 还阻碍了我国城镇化发展进程以及经济的平稳运行, 因此要通过有效措施的运用恢复我国城镇化发展的健康状态[1]。

随着遥感技术和卫星发射技术的快速发展, 2010年第二次全国土地调查结束以后, 国土资源管理领

域从国家层面上逐渐建立了年度土地利用遥感监测新机制, 每年采用 9~12 月份的高分辨率卫星遥感影像, 对全国范围进行一次年度土地利用动态遥感监测, 重点提取以新增建设用地为主的土地利用变化信息, 监测结果用于年度土地利用变更调查、土地卫片执法检查 and 土地督察等业务。遥感作为一种高效获取信息的手段其蕴涵的信息量丰富、全天候、信息获取周期短和多光谱特性在我国土地资源调查工作中得到广泛应用。近几年来, 作为人工智能的核心技术, 深度学习在图像识别、安防监控、智能驾驶、无人机、语音识别及自然语言处理等领域取得了大量关键性突破和实际应用, 同时也被逐渐引入遥感图像分类、识别及目标检测等任务中[2]。

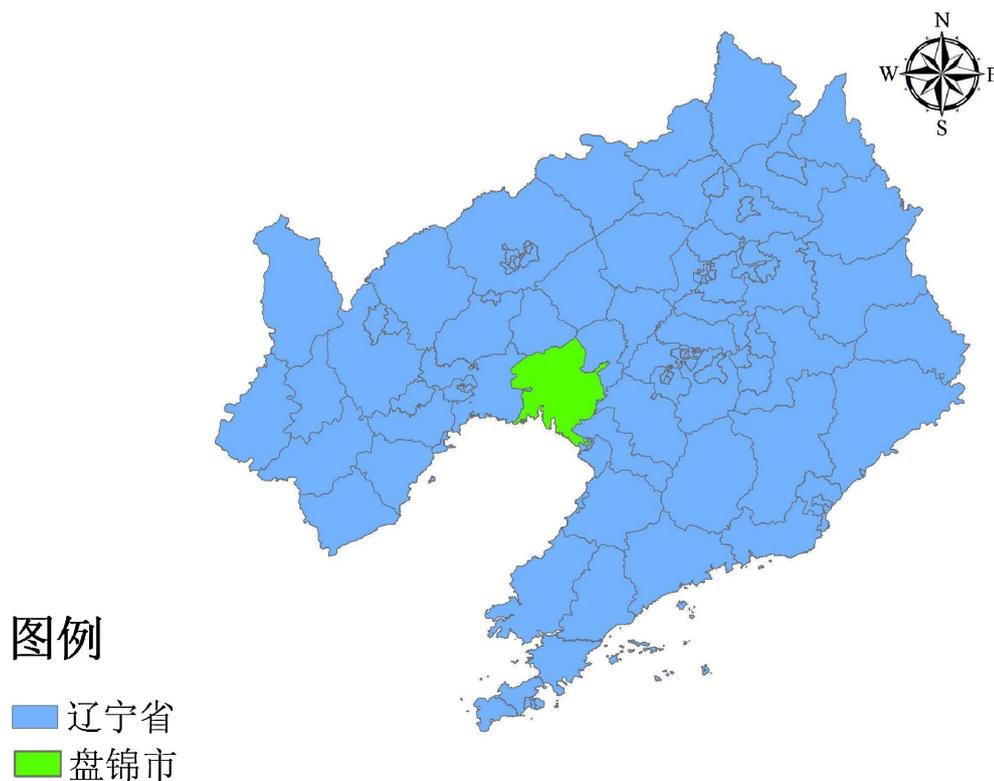
## 2. 研究区域和方法

### 2.1. 研究区概况

盘锦市位于辽宁省西南部, 辽河三角洲的中心地带, 东北邻鞍山市, 东南隔大辽河与营口市相望, 西北邻锦州市, 南临渤海辽东湾, 地理坐标位于北纬  $40^{\circ}39' \sim 41^{\circ}27'$ , 东经  $121^{\circ}25' \sim 122^{\circ}31'$  之间。总面积 4084 平方千米, 占辽宁省总面积的 2.75%, 其具体地理方位见图 1。有汉族、满族、朝鲜族、回族、蒙古族等民族。

盘锦 1984 年 6 月建市, 总人口 140 万, 下辖兴隆台区、双台子区及辽东湾新区、辽河口生态经济区, 盘山县和大洼县。盘锦是辽宁省高速公路最密集、公路网密度最大的城市。

盘锦市缘油而建、因油而兴, 是一座新兴石油化工城市, 是中国最大的稠油、超稠油、高凝油生产基地辽河油田总部所在地。



注: 该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为 GS(2019)3333 号的标准地图制作, 底图无修改。

Figure 1. Location map of the study area

图 1. 研究区位置图

## 2.2. 研究方法

本文应用 Landsat 数据, 分析研究辽宁省盘锦市的土地利用变化情况。从地理空间数据云网站下载 2002 年、2011 年、2022 年的 Landsat 数据, 在遥感图像处理软件中进行彩色合成、镶嵌、切割、分类处理, 制作出这 3 年的土地利用类型图, 统计出每种土地利用类型的面积, 分析 2002~2011 年、2011~2022 年、2002~2022 年的土地利用变化情况[3], 本文的具体研究流程与技术路线如图 2 所示。

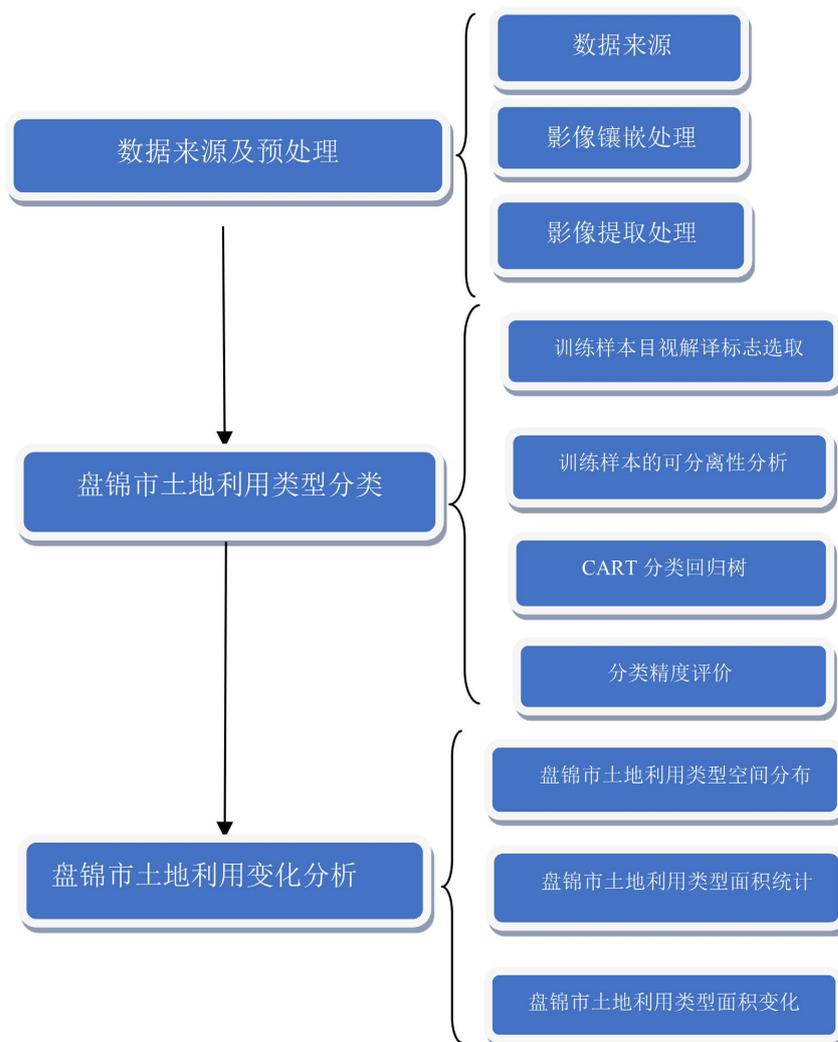


Figure 2. Technical roadmap  
图 2. 技术路线图

## 3. 数据来源及预处理

### 3.1. 数据来源

从地理空间数据云网站下载 Landsat 数据, 辽宁省盘锦市需要两景数据才能覆盖, 年份是 2002 年、2011 年、2022 年。传感器接受日期是: 2002 年 9 月 14 日、2011 年 9 月 23 日、2022 年 6 月 2 日。轨道号是: 120/31、120/32、119/32, 本次研究选用了 6 景 Landsat 数据。2002 年和 2011 年是 Landsat5 数据, 2022 年是 Landsat8 和 Landsat9 数据(表 1)[4]。

**Table 1.** Remote sensing data information**表 1.** 遥感数据信息表

年份	列号	行号	接受日期	传感器类型
2002	120	31	2002/09/14	Landsat5 TM
	120	32	2002/09/14	Landsat5 TM
2011	120	31	2011/09/23	Landsat5 TM
	120	32	2011/09/23	Landsat5 TM
2022	119	32	2022/06/02	Landsat9 OLI
	120	31	2022/07/19	Landsat8 OLI

### 3.2. 影像镶嵌处理

使用 ENVI 软件的无缝镶嵌工具, 镶嵌 2002 年、2011 年、2022 年的图像, 覆盖盘锦市需要 2 景图像(图 3)。

**Figure 3.** Mosaicked image in 2011**图 3.** 2011 年镶嵌后图像

### 3.3. 影像提取处理

采用 ENVI 的感兴趣区工具, 以盘锦市行政边界矢量文件提取出研究区图像, 图 4 是提取出的 2002 年、2011 年、2022 年图像。

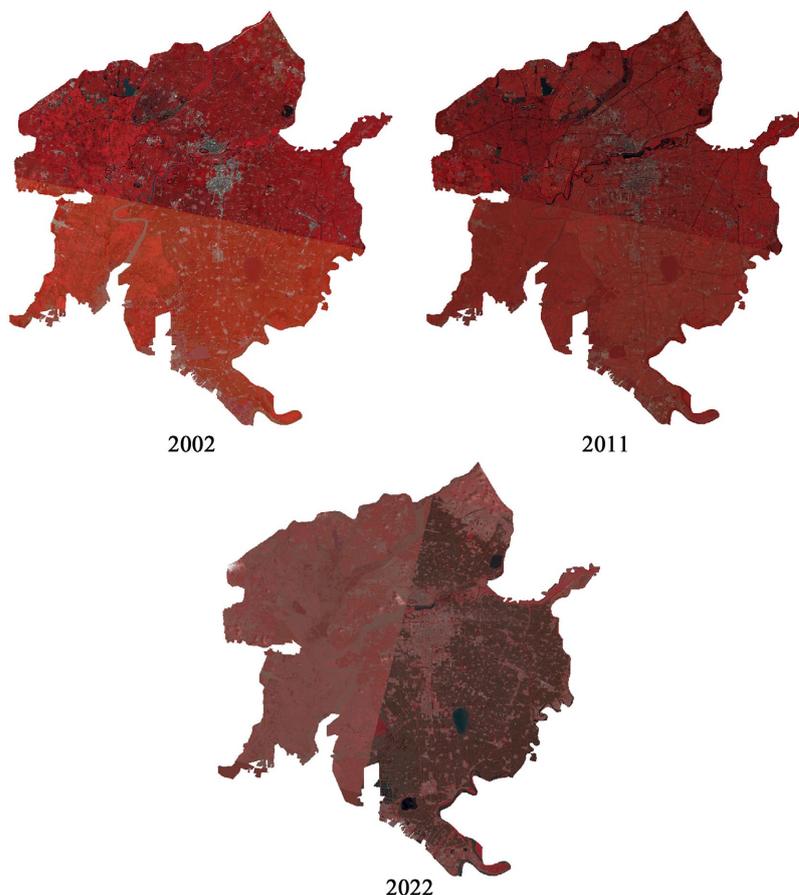


Figure 4. False-color composite images of Panjin in different years  
图 4. 各年份盘锦市假彩色合成图

## 4. 盘锦市土地利用类型分类

### 4.1. 训练样本目视解译标志选取

本次研究将盘锦市土地利用类型分为 6 类：林地、草地、耕地、水域、建设用地、其它用地。

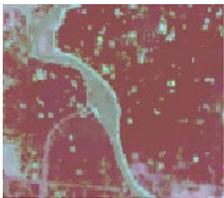
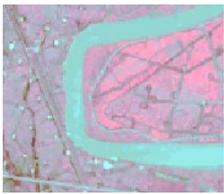
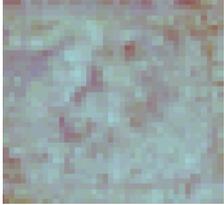
采用 ENVI 的兴趣区工具，从 Landsat 彩色合成图像上，建立盘锦市 2002 年、2011 年、2022 年林地、草地、耕地、水域、建设用地、其它用地 6 类土地利用类型的训练样本[5]，表 2 是三年中其中一年 2022 年的盘锦市土地类型解译标志和样本数量。

### 4.2. 训练样本的可分离性分析

训练样本的分离性参数说明在表 3 中可以查找，分离性参数大于 1.9 的样本是合格的训练样本。

采用 ENVI 的训练样本可分离性计算工具[6]，计算出盘锦市 Landsat 数据的训练样本报告，从图 5 中可以看出，2022 年草地和建设用地样本的分离度是 1.969，建设用地和其它用地样本的分离度是 1.986，耕地和建设用地样本的分离度是 1.998，耕地和水域的样本的分离度是 1.9998，水域和建设用地样本的分离度是 1.99992，草地和耕地样本的分离度是 1.99995，林地和耕地样本的分离度是 1.999993，林地和建设用地样本的分离度是 1.999999，草地和其它用地、耕地和其它用地、草地和水域、林地和草地、林地和其它用地、水域和其它用地、林地和水域样本的分离度都是 2，表明 6 类土地利用类型上选择的训练样本均为合格样本。

**Table 2.** Interpretation keys for land use/cover types of Panjin in 2022  
**表 2.** 2022 年盘锦市土地类型解译标志

土地利用类型	影像标志	样本数量
林地		1057
草地		729
耕地		1610
水域		11259
建设用地		2289
其它用地		269

**Table 3.** Description of training sample separability parameter (S)  
**表 3.** 训练样本可分离性参数(S)说明

训练样本可分离性参数(S)	说明
$S > 1.9$	训练样本之间可分离性好, 属于合格样本。
$S < 1.8$	需要重新选择样本。
$S < 1$	考虑将两类样本合成一类样本。

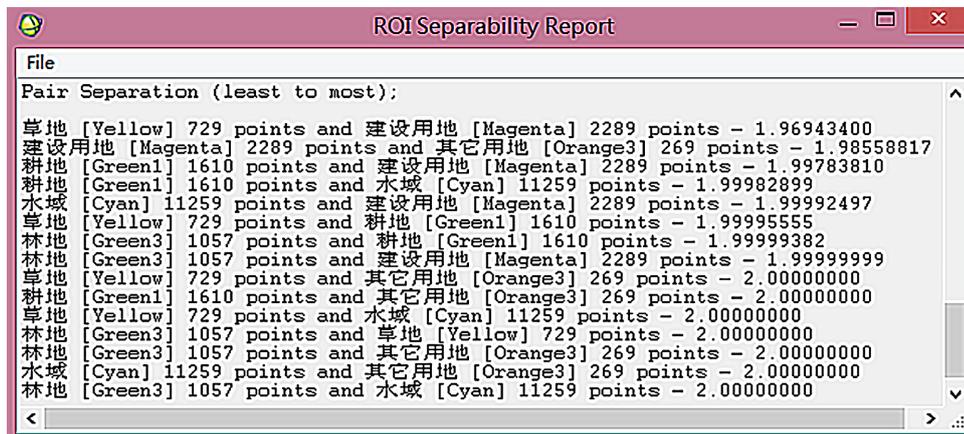


Figure 5. Separability report of training samples in Panjin, 2022  
 图 5. 2022 年盘锦市训练样本分离度报告

### 4.3. CART 分类回归树

遥感图像分类方法有监督分类(supervised classification)和非监督分类(Unsupervised classification)神经网络分类法, 模糊聚类网络分类法, 决策树分类法, 专家系统分类法, 支持向量机分类法以及面向对象分类法。其中监督分类法以及非监督分类法为传统遥感图像分类方法, 其他为遥感图像近代分类方法[7]。

CART, 又名分类回归树, 是在 ID3 的基础上进行优化的决策树, 学习 CART 记住以下关键点:

- (1) CART 既能是分类树, 又能是回归树。
- (2) CART 是分类树时, 采用 GINI 指数作为节点分裂的依据; 当 CART 是回归树时, 采用样本的最小方差作为节点分裂的依据。
- (3) CART 是一棵二叉树。

分类树的作用是通过一个对象的特征来预测该对象所属的类别, 而回归树的目的是根据一个对象的信息预测该对象的属性, 并以数值表示。CART 既能是分类树, 也能是回归树。预测一个人是否已婚, 则是分类树; 预测一个人的年龄, 则是回归树。

本文的分类算法采用了 CART 分类回归树程序, 将选择的 2002 年、2011 年、2022 年盘锦市 Landsat 图像合格训练样本导入 CART 分类回归树程序中, 计算出 2002 年、2011 年、2022 年的盘锦市土地利用类型图像。

### 4.4. 分类精度评价

ENVI 软件可以计算出分类图像的混淆矩阵, 可以查到分类总体精度和 Kappa 系数, 计算出的 2002 年、2011 年、2022 年盘锦市土地利用类型分类精度评价数据在表 4 中, 这 3 年 Landsat 图像的分类总体精度都在 90%以上, Kappa 系数大于 0.9, 表明分类结果比较理想。

Table 4. Image classification accuracy of Panjin in different years  
 表 4. 各年份盘锦市图像分类精度

年份	总体精度	Kappa 系数
2002	91.27%	0.93
2011	93.33%	0.94
2022	95.83%	0.96

## 5. 盘锦市土地利用变化分析

### 5.1. 盘锦市土地利用类型空间分布

本文使用 CART 分类回归树算法, 计算出 2002 年、2011 年、2022 年盘锦市土地利用类型图, 图中有 6 类土地利用类型: 林地、草地、耕地、水域、建设用地、其它用地[8], 从图中可以看出, 从 2002 年到 2011 年, 盘锦市建设用地面积增大, 从 2011 年到 2022 年, 盘锦市建设用地面积也在增大(图 6)。

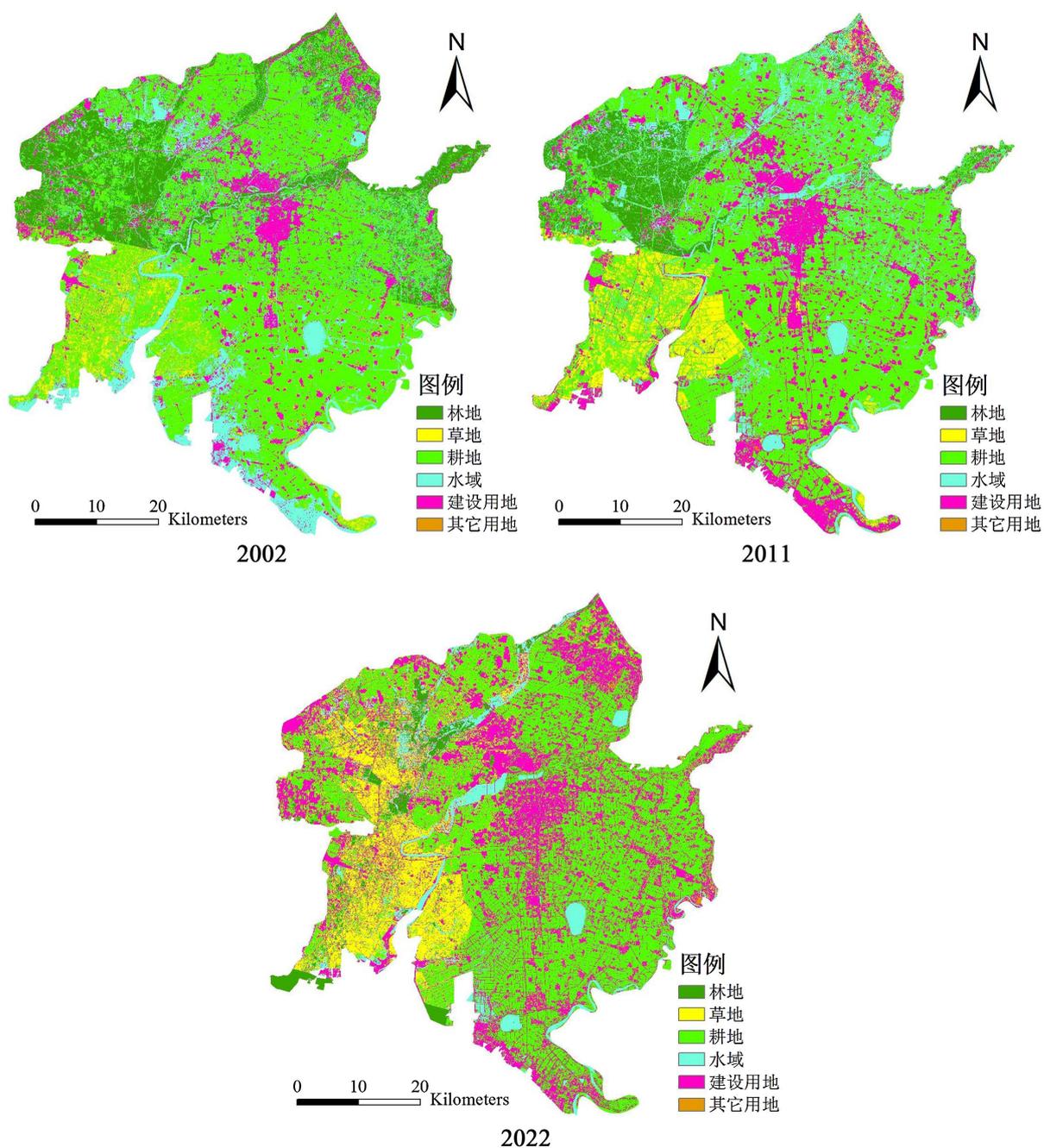


Figure 6. Land use type map of Panjin city  
图 6. 盘锦市土地利用类型图

### 5.2. 盘锦市土地利用类型面积统计

通过统计 2002 年、2011 年、2022 年盘锦市林地、草地、耕地、水域、建设用地、其它用地的像元总数、面积、百分比, 制图(图 7)看出[9], 2002 年、2011 年、2022 年盘锦市面积最大的土地利用类型是耕地, 2002 年面积是 1867.17 km<sup>2</sup>, 占总面积的 52.95%, 2011 年面积是 1834.33 km<sup>2</sup>, 占总面积的 52.02%, 2022 年面积是 1674.51 km<sup>2</sup>, 占总面积的 47.48%。建设用地面积从 2002 年的 399.39 km<sup>2</sup> 增加到 2011 年的 619.01 km<sup>2</sup>, 到 2022 年增加到 995.22 km<sup>2</sup>, 20 年来建设用地面积呈现出增长趋势。

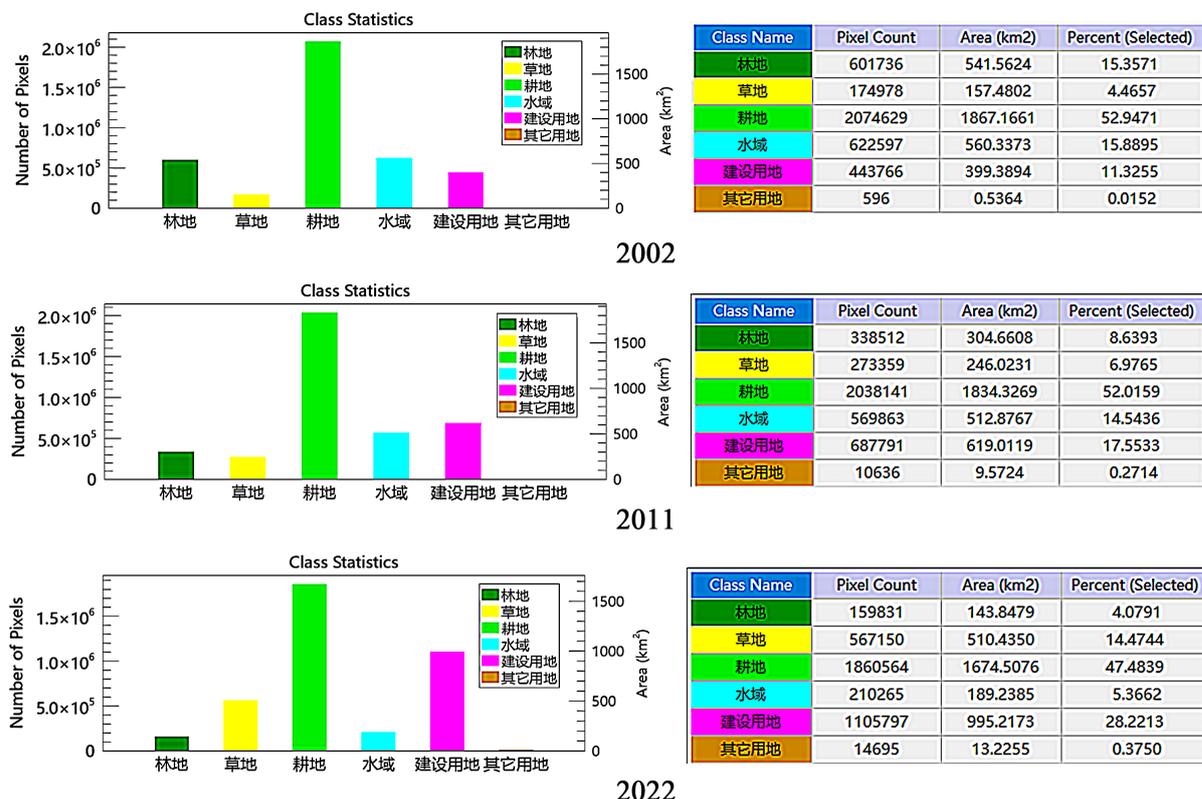


Figure 7. Area statistics of land use types in Panjin (2002, 2011, and 2022)

图 7. 2002 年、2011 年、2022 年盘锦市土地利用类型面积统计

### 5.3. 盘锦市土地利用类型面积变化

结合表 5 可知, 2002~2022 年间盘锦市地类结构发生了剧烈演变。耕地虽始终是面积最大的地类, 但其占比由 55.90% 下降至 50.13%。与之形成鲜明对比的是建设用地, 其占比从 9.81% 快速增长至 24.43%, 成为扩张最显著的地类[10]。各年份土地利用类型面积的具体变化趋势如图 8 所示。

Table 5. Summary of land use area and proportion in Panjin from 2002 to 2022

表 5. 2002~2022 年盘锦市土地利用地类面积及占比统计综合表

土地利用类型	2002 年面积(km <sup>2</sup> )/占比	2011 年面积(km <sup>2</sup> )/占比	2022 年面积(km <sup>2</sup> )/占比
林地	541.61/13.30%	304.90/7.49%	144.03/3.54%
草地	49.34/1.21%	77.03/1.89%	159.91/3.93%
耕地	2275.92/55.90%	2235.09/54.90%	2040.64/50.13%

续表

水域	794.70/19.52%	728.31/17.89%	270.32/6.64%
建设用地	399.28/9.81%	618.59/15.19%	994.71/24.43%
其他用地	10.25/0.25%	107.18/2.63%	461.49/11.33%
合计	4071.1/100%	4071.1/100%	4071.1/100%

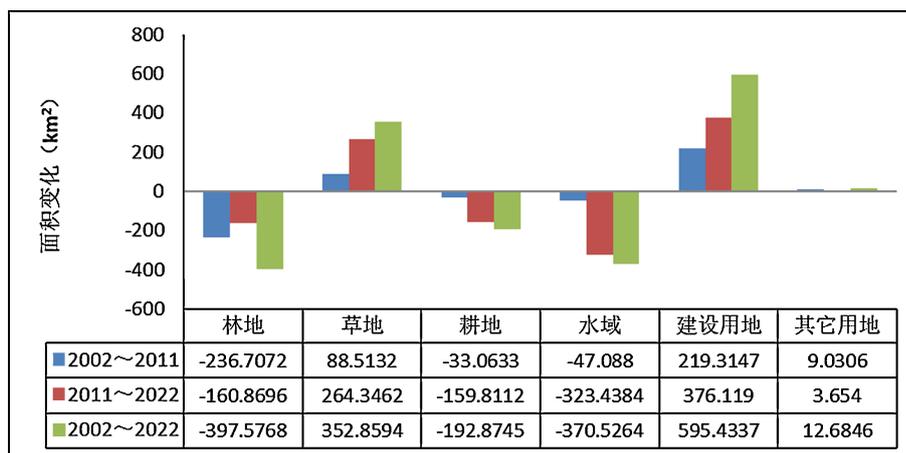


Figure 8. Changes in the area of land use types in Panjin

图 8. 盘锦市土地利用类型面积变化

## 6. 盘锦市土地利用动态度

土地利用动态度(K)的计算公式是:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

公式中,  $U_a$  为初期面积,  $U_b$  为研究结束时期面积,  $T$  为间隔年份。土地利用动态度的数值范围: 小于 5 属于缓慢变化型, 5~15 属于慢速变化型, 15~25 属于快速变化型, 大于 25 属于急剧变化型。

如表 6 所示, 2002~2022 年间, 其他用地处于急剧变化型(动态度 118.64), 草地与建设用地为慢速变化型, 而耕地变化最为缓慢(-0.52)。这表明在城市扩张的同时, 盘锦市作为农业基地的属性依然稳固[11]。2002~2022 年盘锦市各土地利用类型的动态度对比见图 9。

Table 6. Dynamic degree of land use in Panjin from 2002 to 2022

表 6. 2002~2022 年盘锦市土地利用动态度

土地利用类型	2002~2011 年 (%)	2011~2022 年 (%)	2002~2022 年 (%)
林地	-4.86	-4.80	-3.67
草地	6.25	9.77	11.21
耕地	-0.20	-0.79	-0.52
水域	-0.93	-5.73	-3.30
建设用地	6.10	5.53	7.46
其它用地	187.69	3.47	118.64

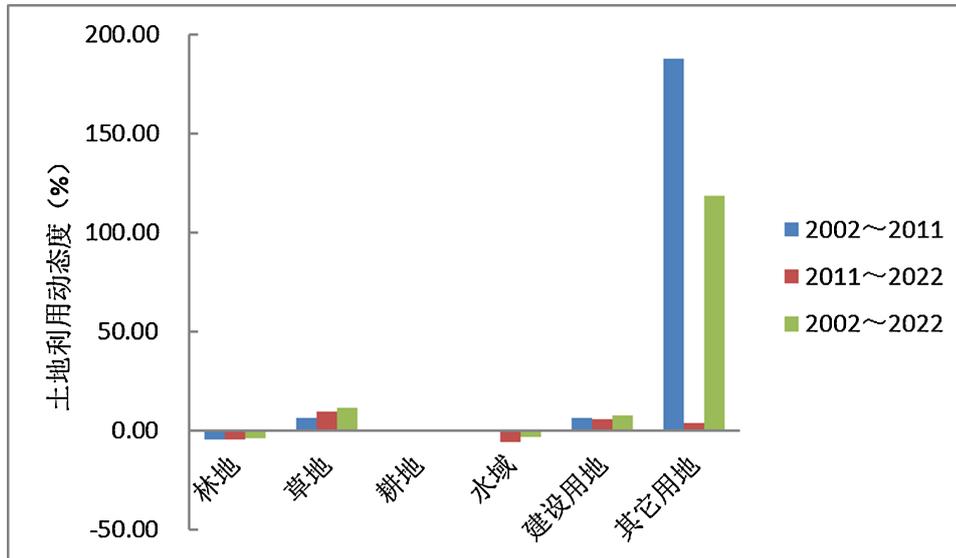


Figure 9. Histogram of land use dynamic degree in Panjin  
图 9. 盘锦市土地利用动态度直方图

## 7. 盘锦市土地利用动态转移特征

### 7.1. 土地利用转移特征分析

由表 7 统计结果可见, 2002~2022 年间, 盘锦市地类转换核心特征为“建设用地强力侵占, 生态用地显著萎缩”。建设用地的扩张主要源于耕地的转入(373.84 km<sup>2</sup>), 以及林地和水域的大幅转出, 反映了城镇化对自然空间的剧烈占用[12]。

Table 7. Land use transition matrix of Panjin from 2002 to 2022 (km<sup>2</sup>)  
表 7. 2002~2022 年盘锦市土地利用转移矩阵(km<sup>2</sup>)

		2002 年					
		林地	草地	耕地	水域	建设用地	其它用地
2022 年	林地	36.51	7.2	51.79	35.46	12.86	0.03
	草地	108.09	73.47	238	48.81	42.03	0.05
	耕地	201.57	34.62	1163.91	216.87	57.49	0.06
	水域	37.13	2.57	32.89	102.83	13.81	0
	建设用地	156.04	39.38	373.84	155.07	270.49	0.4
	其它用地	2.22	0.24	6.74	1.3	2.71	0.01

### 7.2. 土地利用演变的驱动力分析

盘锦市土地格局的演变是自然环境、社会经济与政府政策共同作用的结果:

(1) 社会经济驱动(归因建设用地): 2002~2022 年间, 盘锦市 GDP 持续增长, 城镇化进程显著加快。特别是“辽宁沿海经济带”战略的实施, 使得辽滨沿海经济区、盘锦高新技术产业开发区等工业园区的建设直接驱动了建设用地向周边农田和林地的快速扩张, 这解释了文中提到的建设用地占比从 9.81%跃升至 24.43%的根本原因[13]。

(2) 政策导向驱动(归因水域与湿地): 盘锦作为国家级自然保护区所在地, 近年来地方政府积极落实“退耕还湿”及红海滩湿地修复工程。虽然前期受农业开发影响水域面积有所波动, 但后期政策干预有效遏制了湿地萎缩势头, 引导了部分耕地向生态空间的内部回流, 这与文中监测到的水域及其他用地(含湿地)的变化趋势相吻合[14]。

## 8. 研究结论

遥感监测土地利用现状是遥感科学的重要研究方向。本文从地理空间数据云网站下载了辽宁省盘锦市 2002 年、2011 年、2022 年的 6 景 Landsat 数据, 利用 CART 算法进行了土地利用类型分类研究。将盘锦市土地利用类型分为林地、草地、耕地、水域、建设用地、其它用地 6 类。研究工具主要采用了 ENVI 软件和 ArcGIS 软件, 研究方法是多波段彩色合成, 每年 2 景图像镶嵌处理, 按照盘锦市行政边界裁剪, 训练样本选择, CART 算法分类, 分类精度评价, 土地利用类型图制作, 每种土地利用类型面积统计, 土地利用动态度计算, 土地利用转移矩阵计算。主要研究结论如下:

(1) 2002 年、2011 年、2022 年盘锦市面积最大的土地利用类型是耕地, 2002 年面积是 1867.17 km<sup>2</sup>, 占总面积的 52.95%, 2011 年面积是 1834.33 km<sup>2</sup>, 占总面积的 52.02%, 2022 年面积是 1674.51 km<sup>2</sup>, 占总面积的 47.48%。建设用地面积从 2002 年的 399.39 km<sup>2</sup> 增加到 2011 年的 619.01 km<sup>2</sup>, 到 2022 年增加到 995.22 km<sup>2</sup>, 20 年来建设用地面积呈现出增长趋势。

(2) 从 2002 年到 2011 年, 盘锦市建设用地、草地、其它用地的面积在增加, 耕地、林地、水域的面积在减少, 建设用地面积增加最多, 增加 219.31 km<sup>2</sup>, 林地面积减少最多, 减少 236.71 km<sup>2</sup>。从 2011 年到 2022 年, 建设用地、草地、其它用地的面积在增加, 水域、林地、耕地的面积在减少, 建设用地面积增加最多, 增加 376.12 km<sup>2</sup>, 水域面积减少最多, 减少 323.44 km<sup>2</sup>。从 2002 年到 2022 年, 建设用地、草地、其它用地的面积在增加, 建设用地面积增加最多, 增加 595.43 km<sup>2</sup>, 林地面积减少最多, 减少 397.58 km<sup>2</sup>。

(3) 从 2002 年到 2011 年的 9 年, 盘锦市草地的土地利用动态度是 6.25, 建设用地的土地利用动态度是 6.1, 草地和建设用地属于慢速变化型, 林地的土地利用动态度是-4.86, 水域的土地利用动态度是-0.93, 耕地的土地利用动态度是-0.2, 林地、水域、耕地属于缓慢变化型。从 2011 年到 2022 年的 11 年, 盘锦市草地的土地利用动态度是 9.77, 草地属于慢速变化型, 水域的土地利用动态度是-5.73, 建设用地的土地利用动态度是 5.53, 建设用地和水域属于慢速变化型, 林地的土地利用动态度是-4.8, 耕地的土地利用动态度是-0.79, 林地、耕地属于缓慢变化型。从 2002 年到 2022 年的 20 年, 盘锦市草地的土地利用动态度是 11.21, 建设用地的土地利用动态度是 7.46, 草地和建设用地属于慢速变化型, 林地的土地利用动态度是-3.67, 水域的土地利用动态度是-3.3, 耕地的土地利用动态度是-0.52, 林地、水域、耕地属于缓慢变化型。

(4) 从 2002 年到 2011 年, 盘锦市耕地转移为建设用地的面积是 139.87 km<sup>2</sup>。从 2011 年到 2022 年, 盘锦市耕地转移为建设用地的面积是 331.36 km<sup>2</sup>。从 2002 年到 2022 年, 盘锦市耕地转移为建设用地的面积是 373.84 km<sup>2</sup>。

## 致 谢

感谢在论文撰写过程中给予指导与建议的老师和同学。感谢实验室提供的软硬件科研环境, 为本研究的数据处理提供了保障。同时, 向对本论文提出宝贵意见的匿名评审专家表示诚挚的敬意。

## 参考文献

[1] Zhang, X., Guo, Y. and Zhang, X. (2021) High-Resolution Remote Sensing Image Scene Classification by Merging

- Multilevel Features of Convolutional Neural Networks. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, **49**, 1379-1391. <https://doi.org/10.1007/s12524-021-01310-z>
- [2] Teshager, Z. and Abeje, K. (2021) GIS and Remote Sensing based Land Use/Land Cover Change Detection: The Case of Kility Watershed. *Journal of Remote Sensing & GIS*, **10**, 1-4.
- [3] 潘怡. 土地调查利用动态遥感监测的现状和展望[J]. 科技创新与应用, 2012(23): 18.
- [4] 戴潇蕾, 唐宏华. 土地利用遥感动态监测技术应用分析[J]. 科技创新与应用, 2016(9): 153-154.
- [5] 胡栩, 聂勇, 徐霞, 等. 塔里木盆地南缘和田地区土地利用变化的遥感研究[J]. 地理科学进展, 2020, 39(4): 577-590.
- [6] 李香莉, 吴芳. 遥感技术在第二次土地利用更新调查中的应用[J]. 山西建筑, 2009, 35(19): 363-364.
- [7] Gong, Z., Zhong, P., Hu, W. and Hua, Y. (2019) Joint Learning of the Center Points and Deep Metrics for Land-Use Classification in Remote Sensing. *Remote Sensing*, **11**, Article 76. <https://doi.org/10.3390/rs11010076>
- [8] 盘锦市土地利用总体规划(2006-2020年) [EB/OL]. [https://www.mnr.gov.cn/gk/ghjh/201811/t20181101\\_2324654.html](https://www.mnr.gov.cn/gk/ghjh/201811/t20181101_2324654.html), 2012-08-13.
- [9] 刘纪远, 刘文超, 匡文慧, 宁佳. 基于主体功能区规划的中国城乡建设用地扩张时空特征遥感分析[J]. 地理学报, 2016, 71(3): 355-369.
- [10] 宁婉君, 赵小汎, 徐育红. 盘锦市城市土地集约利用评价研究[J]. 国土与自然资源研究, 2018(3): 38-41.
- [11] 胡世欣. 盘锦市土地利用现状数据中心系统建设的回顾[C]//吉林省测绘学会. 吉林省测绘学会 2008 年学术年会论文集(上). 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2008: 2.
- [12] 李美娟, 孙才志. 盘锦市土地利用变化及其驱动力分析[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(10): 94-98.
- [13] 万鲁河, 王宪伟, 曹宇. 盘锦市湿地景观格局演变及其驱动力分析[J]. 湿地科学, 2011, 9(2): 134-140.
- [14] 王耕, 关一凡. 盘锦市土地利用变化及生态系统服务价值演变分析[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2021, 44(4): 522-530.