

# 大连市基于高分辨率影像城市绿地信息提取

宋可心, 王兆鹏

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2024年11月22日; 录用日期: 2024年12月31日; 发布日期: 2025年1月8日

## 摘要

城市绿地是衡量城市生态质量和生态平衡的主要标准, 因此, 城市的绿地信息对于整个的生态环境现在甚至未来的影响都十分重要。目前, 高分辨率遥感影像已然成为城市绿地信息快速提取的重要数据来源。所以, 如何充分处理和应用高分辨率遥感影像对城市绿地信息的分析和研究具有十分重要意义。本文是以大连市中山区为研究区, 以哨兵二号L2A级遥感影像为基础, 对中山区整个城区进行绿地分类, 使用SNAP、ENVI和ArcGIS三种软件进行分析提取, 根据2019、2020和2021三年的绿地数据对比分析形成中山区绿地现状的原因。

## 关键词

遥感影像, 高分辨率, 城市绿地

# Urban Green Space in Formation Extraction Based on High Resolution Image in Dalian City

Kexin Song, Zhaopeng Wang

College of Geographical Science, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Nov. 22<sup>nd</sup>, 2024; accepted: Dec. 31<sup>st</sup>, 2024; published: Jan. 8<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Urban greening level is the main standard to measure the quality and balance of urban ecological environment. Therefore, urban green space information is very important for the whole ecological environment now and even in the future. At present, high resolution remote sensing image has become an important data source for rapid extraction of urban green space information. How to fully process and apply high resolution benchmarking image is of great significance to the study of urban

green space information. This paper is based on Sentinel-2 L2A remote sensing satellite in Zhongshan District of Dalian city. Carry on the green space classification to the whole urban area of Zhongshan District. SNAP, ENVI and ARCGIS were used to extract green space. According to the data of green space in 2019, 2020 and 2021, the reasons for the current status of green space in the central and mountainous areas were analyzed.

## Keywords

Remote Sensing Image, High Resolution, Urban Green Space

Copyright © 2025 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

随着我国现代化进程的加快,人们不仅仅局限于享受城市化带给我们的各种便利,对于其他的更多的是对城市化发展的各种需求,对于城市环境的改善以及美化的要求也越来越高。这个城市是否宜居,它未来的规模、数量和面貌的变化,都与城市绿地的覆盖率相关,而且是其中非常重要的指标。

城市园林是在传统园林的基础之上,紧密结合城市的各种发展而诞生的。城市绿地是生态文明建设的重要组成部分,且绿地信息的提取是城市园林绿地规划和建设的基础和前提,对城市的生态文明建设起着决定性的作用,同时也是我国可持续发展总体战略的必不可少的一部分[1]。一直以来,我国大部分的城市绿地的统计,一般采用人工统计的方法,人工统计客观性差、十分耗时、准确率低、现实因素考虑不充分,非常耗费人力物力。随着国内外信息技术和遥感技术的发展,越来越多的城市影像处理技术也开始被发现,不仅获取的影像越来越清晰,处理影像的技术也飞速发展,每一个绿地信息的提取也逐渐省时省力。

遥感技术是城市绿地提取的重要处理技术,具有成本低、效率高的特点,而且遥感技术的宏观性、多波段、多时相、高效高精度的特点,为城市绿地信息提取的统计与分析提供了简便有效的技术支持[2]。高分辨率遥感影像也是城市绿地提取的重要数据源,高分辨率的遥感影像具有高清晰度、高空间分辨率、更新速度快、多维度且信息量十分丰富精准的特点,为信息提取提供了重要保障。

随着航天技术的发展与通感器性能的不断改进,尤其是商用小卫星的快速发展,高分辨率遥感卫星已经发展到了一个崭新水平。目前世界各国竞相研究开发高分辨率遥感卫星,如法国 SPOTS 的可见光传感器 HRV 的地面分辨率由 10 m 提高到 2.5 m,德国 SAR-RUPE 计划中的空间分辨率达到 1 m,以色列于 1979 年发射的 ERO 2B 的分辨率为 1 m 等。此外,南非、西班牙、韩国等国家和地区都已经计划发射各自的高空间分辨率系列小卫星。

大连市中心城区——中山区,是本课题研究区,是大连市重要的金融商业中心,本课题研究高分辨率影像数据处理过程,以及基于高分辨率遥感数据影像对大连市中山区城区绿地进行数据提取分析,推演出研究区城市绿地的分析变化规律,大连市中山区城市绿化发展变化规律对大连市中山区未来的发展有着十分重要的影响。

## 2. 简介

### 2.1. 研究区简介

大连市中心城区——中山区是大连市的金融和商业中心,当时为了纪念中山先生的精神而命名,主

要景点有海之韵公园、老虎滩海洋公园、中山广场、海军广场、劳动公园等。位于大连市东部，东南北三面临海，西部与西岗区接壤，中心位置位于东经 121.64511°，北纬 38.91864°。截止至 2018 年统计，中山区陆地面积 47.41 平方千米，海域面积 1443 平方千米，海岸线和岛岸线总长 42.53 米。中山区内中部、南部山岗蜿蜒，丘陵起伏，全区西北平坦、东南为低山丘陵，冬无严寒、夏无酷热、四季分明，属于海洋性暖温带大陆季风气候[3]。根据第七次全国人口普查数据，截止至 2020 年 11 月 1 日零时，中山区常住人口 388564 人。中山区正着力建设城市功能国际化示范区，建设高端服务业核心聚集区，全面建设自然与人文和谐相融的宜居宜业城区。大连市中山区行政图见图 1、图 2。



Figure 1. Liaoning Province  
图 1. 辽宁省

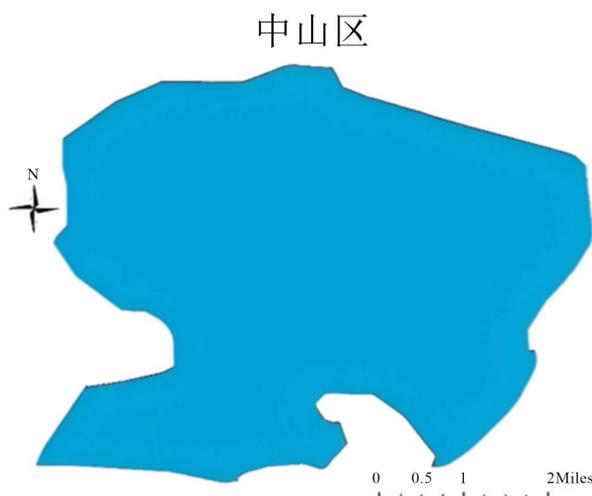


Figure 2. Zhongshan District of Dalian City  
图 2. 大连市中山区

## 2.2. 哨兵二号卫星数据介绍

哨兵二号卫星是由两颗极地轨道卫星组成的卫星系统，位于同一太阳同步轨道上。在监测地表条件的可变性，以及其宽幅和高重访时间(在赤道用一颗卫星 10 天，在无云条件下用 2 颗卫星在 5 天，导致 2~3 天)将支持监测地球表面的变化[4]，例如土地监测和气候变化等。它的产品数据概述了可供用户使用的 L1B、L1C 和 L2A 数据产品，包括 L1C 切片网格。哨兵二号卫星图见图 3。

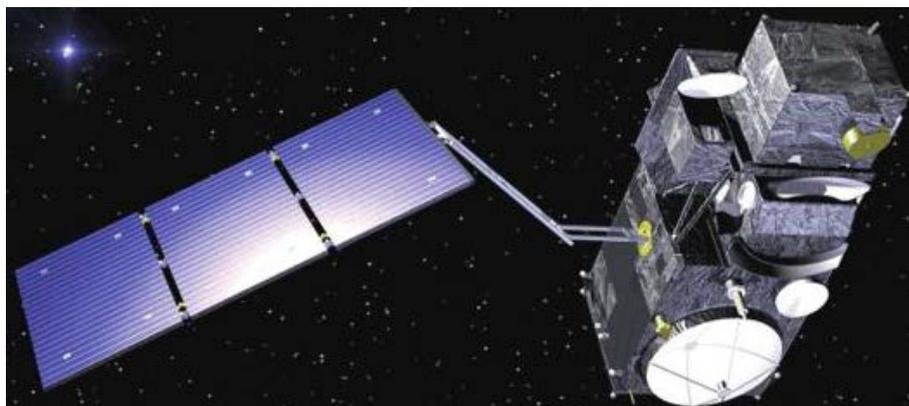


Figure 3. The Sentinel-2 satellite  
图 3. 哨兵二号卫星

本次研究的数据是哨兵二号 L2A 的数据产品, L2A 级数据是已经经过辐射定标和大气校正的数据, 已经完成了预处理的过程。当然, L2A 级数据还包含一些别的产品, 如气溶胶厚度、大气水蒸气等。

### 2.3. 高分辨率遥感影像的特性

高分辨率的遥感卫星起初是用来获取敌对国家经济、军事情报以及地理空间数据的, 直到 1999 年美国太空成像公司第一颗商业高分辨率遥感卫星 IKONOS 的发射成功, 开创了商业高分辨率遥感卫星的新时代[5]。高分辨率影像具有以下特征:

#### 2.3.1. 高空间分辨率

高分辨率遥感影像十分清晰, 目标的地物形状依稀可见, 相比于低分辨率的遥感影像, 地物的尺寸、形状、和结构等都能得到更清晰的反映, 纹理特征也是更加细致, 细节信息也得到了更丰富的表征[6]。

#### 2.3.2. 高时间分辨率

随着遥感影像的不断发展, 不同地区的成像时间间隔显著缩短, 使其实时动态监测都可以随时更新, 并能得到丰富的地物信息。对于分析地物动态变化以及实时监测等具有十分重要的作用。目前遥感影像的时间分辨率已经可以达到从几天到几小时为周期的重复访问。

#### 2.3.3. 光谱波段数少

高光谱影像波段数多、数据量大, 给高光谱图像的分类、识别带来了很大的困难。因此, 降维处理对于高分辨率影像处理十分必要! 据我所知, 一种方法是可采取特征提取的方式进行降维, 但是这种方式算法比较困难, 数据计算量大, 而且, 还改变了原始数据本身意义, 不利于解译[7]。另一种方法便是进行了波段选择是高光谱图像, 不仅能降低图像的数据维度, 还能比较完整的保留研究所需的信息[8]。

#### 2.3.4. 信息量丰富且精准

高光谱给我们提供了大量的更加精细的地物数据信息, 正是由于高分辨率, 我们从影像上获取的地物信息也更加的精准, 从之前的 30 M、15 M、10 M……到现在的亚米级, 让我们能更精准地看到影像上的地物特征[9]。

## 3. 城市绿地

根据《辞海》中绿地的解释“配合环境创造自然条件, 适合种植乔木、灌木和草本植物而形成一定

范围的绿化地面或区域。”或指“凡是生长植物的土地、不论是自然植被或人工栽培的, 包括农林牧生产用地及园林用地, 均可称为绿地。”[10]新的《城市绿地分类标准》(CJJ/T85-2017), 自2018年6月1日起实施, 本标准所称的城市绿地是指城市行政区内以自然植被和人工植被为主要存在形态的用地[11]。它分为两类, 包括城市建设用地范围内用于绿化的土地, 以及包括对生态、景观和居民休闲生活具有积极作用、绿化环境较好的区域。

作为城市生态系统的重要组成部分, 它本身就具有自我调节的功能, 调控着城市环境的生态平衡。除了净化空气、改善气候、降低噪音、减灾防灾等功能以外, 同时还可以营造良好的自然环境, 形成城市独具风格的自然景观和城市风貌, 为城市的居民提供了良好的生产生活环境, 概括起来城市绿地的功能主要体现在生态功能、景观功能、社会功能三方面。

由于大连市中山区整个城区的临近海边属于平原, 没有较大的地形起伏, 土地类型较少, 所以在绿地分类时只分了三种类型, 包括郊区林地、城市建设用地和城市绿地。

## 4. 数据处理过程

对于哨兵号卫星 L2A 级遥感影像处理过程主要包括图像获取、图像预处理、最大似然法分类等过程。

### 4.1. 图像获取

选择的影像是哨兵二号卫星 L2A 级的遥感影像, 10 M 分辨率, 是从欧洲航天局中获取的多光谱影像。选取的影像时间分别是 2019、2020 和 2021 年 9 月份左右的影像, 这个时间段的的城市绿地信息成熟, 利于实验提取。

### 4.2. 图像预处理

关于哨兵 2 号预处理, 主要是对 1C 级产品进行辐射定标和大气校正, 转换为 L2A 数据, 而 Sen2cor 是 ESA 发布的专用于哨兵预处理的插件。但由于哨兵二号 L2A 级数据是已经经过辐射定标和大气校正的大气底层反射率数据, 所以无需在进行预处理。但是图像还是不能被直接利用, 还需要进行影像格式转换、波段合成、图像裁剪以及图像增强的过程。

#### 4.2.1. 影像格式转换

是指从不同来源下载的影像或者不同卫星的影像, 有不同的打开方式, 所以需要就将影像的格式进行转换, 以便处理。

由于从欧洲航空局下载后 L2A 级数据十分混乱, 在压缩包中分布的也十分凌乱, 而且压缩包在 ENVI 中打不开, 所以我们需要用到 SNAP 软件, 打开数据。

哨兵二号数据转为 ENVI 格式步骤: 首先加载数据, 点击 file-open product, 选择需要转格式的数据。打开后不能直接用 file-export-ENVI 进行转换, 应当先进行 resampling。点击 raster-geometric operations-resampling, 选择 resampling parameters, 调节参数, 点击 run。完成后 SNAP 左侧会出现操作完成后的结果, 选中它再点击 file-export-ENVI 即可完成, 转出后的格式可以用 ENVI 打开。

#### 4.2.2. 波段合成

为了获取丰富的地质信息和地表环境信息, 可以采用不同波段的影像数据进行融合, 波段合成后, 影像清晰度高, 干扰信息少, 地质解译度高。例如在 Landsat 8 中有 432 (真彩色)、543 (标准假彩色)、753 (假彩色) 等的波段融合方式, 可以根据不同的需要选择不同的合成方式。哨兵二号影像各波段数据信息见表 1、表 2 [12]:

**Table 1.** Data information sheets for each band of Sentinel II**表 1.** 哨兵二号各波段数据信息表

Sentinel 2 imagery band	Central wavelength /nm	Band width /am	Resolution/m
Band 1 Coastal colour	443	20	60
Band 2 Blue	490	65	10
Band 3-Green	560	35	10
Band 4 Red	665	30	10
Band 5 Vegetation red edge	705	15	20
Band 6 Vegetation red edge	740	15	20
Band 7-Vegetation red edge	783	20	20
Band 8-NIR	842	115	10
Band 8a-Narrow NIR	865	20	20
Band 9-Water vapour	945	20	60
Band 10-SWIR-cirrus	1375	30	60
Band 11 SWIR	1610	90	20
Band 12-SWIR	1690	180	20

**Table 2.** Description of the meaning for each band of Sentinel II**表 2.** 哨兵二号各个波段的意义说明表

波段	说明
Band 1	海岸/气溶胶波段: 用来监测近岸水体和大气中的气溶胶
Band 2、3、4	可见光波段
Band 5、6、7	红边范围内波段对监测植被健康信息非常有效
Band 8	近红外波段
Band 9	水蒸气波段
Band 10、11、12	短波红外波段

**B4 B3 B2:** 健康的植物是绿色的, 城市特征经常出现白色和灰色, 水是深蓝色的; **B8 B4 B3:** 标准假彩色组合是为了强调健康和不健康的植被。利用近红外(B8)波段, 它对叶绿素的反射效果特别好; **B12 B8 B4:** 这种颜色合成显示出各种绿色阴影的植被。通常, 较深的绿色阴影表示植被茂密, 但是棕色指示着裸露的土壤和堆积的区域; **B11 B8 B2:** 它主要用于监测农作物的健康状况, 因为它使用了短波和近红外, 这两个条带都特别善于突出呈现为深绿色的茂密植被。

此次波段合成是在 ENVI 中进行的, 采用的波段是 12、8、2 波段。具体步骤为: 打开 Raster Management-IDL-Layer Stacking, 然后选择 B2、B8、B12 三个影像波段, 选择 UTM 投影 WGS-84 地理坐标系, 设置参数并保存。

#### 4.2.3. 影像的裁剪

影像裁剪时可以根据自己或实验所需, 裁剪出合理的图案, 例如规则地裁剪出一个矩形、圆形等, 再例如根据研究区的边界进行裁剪, 获得所研究区域。本次实验裁剪的是大连市中山区城区(不包含岛屿), 在 ENVI5.3 中导入波段合成后的哨兵二号影像, 中山区.shp 文件。采用工具箱中的工具 Regions of Interest-

subset Data form ROIS 裁剪出中山区形状。见图 4。



Figure 4. After cropped image  
图 4. 裁剪后影像

最后使用 ENVI 将图像进行光谱增强, 突出城区内绿地现象。

### 4.3. 最大似然法绿地信息提取

在传统的影像分类中, 应用的大多都是传统的分类方法——监督分类和非监督分类, 随着现代遥感技术的迅猛发展, 新的分类方法也随之出现。像监督分类和非监督分类这样的传统的分类方式, 仍然占有一席之地, 虽然比较容易受到影像本身以及操作误差的影响, 导致最后分类的精度低下, 错分、漏分的状况出现, 影响实验结果, 但也能很快速地进行分类处理。有时可能出现操作失误等问题, 导致误差, 但这些因素都可以尽量避免。监督分类包括最大似然分类方法、最小距离分类法、马式距离分类法和平行体分类方法三种分类方式, 非监督分类包括 K-均值分类方法、ISODATA 分类方法等, 本次实验采用的是监督分类中的最大似然分类方法[13]。我看来两种分类方式的各种方法都是不错的, 都有些许的误差影响, 但相较之下, 最大似然法具有比较高的分类结果。

最大似然法是基于贝叶斯分类准则的。根据影像特征, 假设每个波段的各个训练样本数据都是呈正态分布, 按照正态分布规律用最大似然判别分类, 得到各种特征区域的类[13]。

主要分类步骤如下:

- 第一, 确定研究区域地物的分类类型——有郊区林地、城市建设用地和城市绿地。
- 第二, 根据所选研究区域的地面情况, 选取样本训练区。具体操作见图 5。

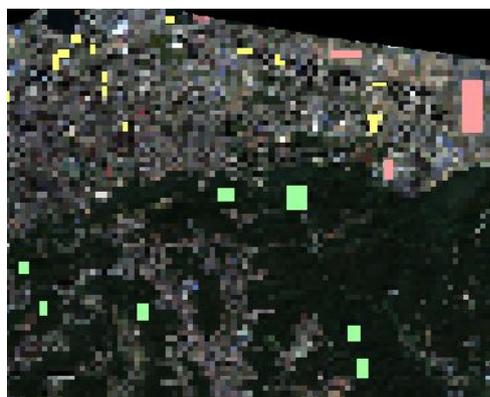


Figure 5. To select the training sample area  
图 5. 选择训练样区

➤ 第三, 根据上一步的样本训练区的图像数据, 使用工具中最大似然进行分类。

➤ 第四, 检验, 根据上一步骤的影响结果, 打开特征区域的分类, 查看分类数据, 可以看出所有的结果都是大于 1.8 的, 说明实验结果可用, 若实验结果大于 1.9, 说明分类结果非常可靠, 可以输出地图。

➤ 第五, 得出分类结果图。

这种方法的优点有: 首先, 对于每一个像元而言, 总有样本的平均值与其相近, 不存在像元不能分类的情况; 其次, 最大似然分类法是监督分类中分类精度较高的方法等。然而缺点是, 虽然等式得到了扩展, 但是导致了计算量的增大和耗费处理时间增加; 还存在着存在分类过度的现象; 还有就是最大似然是参数形式, 所以要求每一个波段都要符合正态(高斯)分布[13]。

#### 4.4. 影像数据

2019 年数据以及郊区林地、城市建设用地和城市绿地, 见表 3:

**Table 3.** Green space classification data sheet in 2019

**表 3.** 2019 年绿地分类数据表

Class Summary	Count	Percent
UNCLASSIFIED	181,755	27.978148
LD	196,467	30.242814
CITY	204,608	31.495985
CSLD	66,802	10.283053

2020 年数据以及郊区林地、城市建设用地和城市绿地, 见表 4:

**Table 4.** Green space classification data sheet in 2020

**表 4.** 2020 年绿地分类数据表

Class Summary	Count	Percent
UNCLASSIFIED	181,755	27.978148
LD	206,112	31.727501
CITY	183,412	28.233215
CSLD	78,353	12.061136

2021 年数据以及郊区林地、城市建设用地和城市绿地, 见表 5:

**Table 5.** Green space classification data sheet in 2021

**表 5.** 2021 年绿地分类数据表

Class Summary	Count	Percent
UNCLASSIFIED	181,755	27.978148
LD	188,690	29.045675
CITY	182,201	28.046802
CSLD	96,986	14.929375

## 5. 数据分析与总结

根据遥感影像处理的数据显示, 可以看出三年的三种绿地信息面积的上下起伏并不大, 郊区林地面

积先增加后降低; 城市建设用地逐年减少; 城市绿地面积逐年增加幅度越来越大, 根据 2018 年实施的《城市绿地分类标准》(CJJ/T85-2017)可以看出, 整个城市的城市绿地面积是增加的, 见表 6。

**Table 6.** Comparison of green space in three years  
**表 6.** 三年绿地占比数据对比表

Class Summary	2019 年占比	2020 年占比	2021 年占比
UNCLASSIFIED	27.978148	27.978148	27.978148
LD	30.242814	31.727501	29.045675
CITY	31.495985	28.233215	28.046802
CSLD	10.283053	12.061136	14.929375

造成这样的原因可能是:

首先林地增加后降低, 波动幅度较弱。说明在实验误差的范围内, 数据处理的结果较符合现实状况, 可能是由于部分城市用地与林地相互转化而造成的, 数据存在波动属于正常状况。可以说大连市中山区森林资源保护意识还是比较强的, “绿水青山就是金山银山”的理念深入人心, 生态破坏遭到抑制, 相关部门管理到位。

其次, 城市建设用地逐年减少, 中山区一直向着建设成为高端服务业核心聚集区发展, 高端服务业越来越多, 加工厂、废弃用地等一些不需要的建设用地被拆除, 根据国家发布的, 城市建设用地与城市绿地比例, 为了平衡比例, 减少建设用地、增加城市绿地。因此, 建设用地不断减少。

然后, 城市绿地的增加可能由于经济水平或者人口的增加, 中山区一直都是人们向往的生活地方, 是个宜居的城市。近些年来政策逐渐放宽, 越来越多的人想要移居到中山区, 不仅环境适宜, 经济状况也是比较好的。还有可能是政府的调控, 据了解大连市中山区一直想建设城市功能国际化示范区和高端服务业核心聚集区, 需要越来越多的技术以及人才, 人口越来越多, 所要求的环境质量也越来越高, 不仅生活的周边环境要改善, 郊区的绿地面积也需改动, 所以城市绿地也逐年增加。

总的来说, 大连市中山区整体的绿地面积有所增加, 这对于大连市未来的绿化水平的完善具有重要影响, 势必影响未来的环境趋势, 对于人类和生态环境安全和谐的相处具有重要意义。

## 参考文献

- [1] 罗扬帆, 冯仲科, 张雁. 基于高分辨率影像的城市绿地快速提取方法[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(S2): 164-167.
- [2] 吴露露, 汪波. 基于高分辨率影像的城市园林绿地遥感解译研究[J]. 测绘工程, 2006, 15(5): 38-41, 46.
- [3] 闫广华, 苏俊如, 管敦颐. 大连市中山区城市建筑垂直特征对城市热环境效应的影响[J]. 地理科学, 2019, 39(1): 125-130.
- [4] 王熊. 基于哨兵二号的森林动态变化检测方法研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2020.
- [5] 王少鹏. 基于高分辨率遥感影像的城市绿地信息提取方法研究进展[J]. 现代农业科技, 2013(1): 151, 153.
- [6] 邹霞, 刘佳明. 基于高分辨率遥感影像的城市地表信息提取[J]. 地理科学研究, 2021, 10(4): 326-335.
- [7] 郑向涛. 高光谱影像质量改善及降维研究[D]: [博士学位论文]. 西安: 中国科学院大学(中国科学院西安光学精密机械研究所), 2017.
- [8] Kong, H. and Liu, J.B. (2021) High Spatial Resolution Remote Sensing Image Classification Based on Pixel Shape Index Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1952, Article 022054. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1952/2/022054>
- [9] Arashloo, M.T., Koral, Y., Greenberg, M., et al. (2016) SNAP: Stateful Network-Wide Abstractions for Packet Processing. *Proceedings of the 2016 ACM SIGCOMM Conference*, Florianopolis, 22-26 August 2016, 29-43.

<https://doi.org/10.1145/2934872.2934892>

- [10] 车生泉, 王洪轮. 城市绿地研究综述[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2001, 19(3): 229-234.
- [11] 王世福, 刘明欣, 邓昭华, 等. 健康绩效导向的中国城市绿色空间转型策略[J]. 城市与区域规划研究, 2018, 10(4): 16-34.
- [12] 苏伟, 张明政, 蒋坤萍, 等. Sentinel-2 卫星影像的大气校正方法[J]. 光学学报, 2018, 38(1): 322-331.
- [13] 张金营. 基于高分辨率遥感影像提取城市绿地信息的方法研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国石油大学(华东), 2012.