

## 基于遥感影像的黄河流域河南段植被覆盖度变化分析

王 珍

商丘师范学院, 河南 商丘 476000

**[摘要]**选取 1999 年和 2023 的 Landsat 卫星影像, 通过计算像元二分模型提取黄河河南段 2 个时期的植被覆盖度, 对研究区 1999—2023 年的植被覆盖状况变化及地形分异特征进行分析, 为生态保护和土地利用提供数据支持。结果表明: (1) 1999—2023 年, 研究区植被覆盖度低、中低和中覆盖度增加, 中高覆盖度和高覆盖度面积减少。(2) 2023 年植被覆盖度在空间上呈现为“东高西低”的分布特征, 中高和高覆盖度面积占研究区域面积的 45%。黄河流域河南段作为黄河流域的生态屏障, 植被覆盖状况受地形高度、坡度以及人类活动影响较大, 因此, 对黄河流域河南段生态保护和土地利用应考虑地形限制, 采取相应措施。

**[关键词]**植被覆盖度; 像元二分模型; 黄河流域

DOI: 10.33142/sca.v7i7.12784

中图分类号: S812.1

文献标识码: A

### Analysis of Vegetation Coverage Changes in the He'nan Section of the Yellow River Basin Based on Remote Sensing Images

WANG Zhen

Shangqiu Normal University, Shangqiu, He'nan, 476000, China

**Abstract:** Landsat satellite images from 1999 and 2023 were selected, and the vegetation coverage of the He'nan section of the Yellow River was extracted for two periods using a pixel binary model. The changes in vegetation coverage and terrain differentiation characteristics in the study area from 1999 to 2023 were analyzed, providing data support for ecological protection and land planning and utilization. The results indicate: (1) From 1999 to 2023, the vegetation coverage in the study area was low, medium low, and medium coverage increased, while the coverage of medium high and high coverage areas decreased. (2) In 2023, vegetation coverage showed a spatial distribution pattern of "high in the east and low in the west", with medium to high and high coverage areas accounting for 45% of the study area. As the ecological barrier of the Yellow River basin, the vegetation coverage in the He'nan section of the Yellow River basin is greatly affected by terrain height, slope, and human activities. Therefore, terrain restrictions should be considered for ecological protection and land use in the He'nan section of the Yellow River basin, and corresponding measures should be taken.

**Keywords:** vegetation coverage; pixel binary model; the Yellow River basin

### 引言

植被在生态环境中起着非常重要的作用, 不仅可以防风固沙、保持水土、净化空气, 也是调节生态气候的重要因素。植被变化不仅反映了植被生长对气候条件和人类活动的响应, 又会反作用于区域生态系统以及生境质量<sup>[1-2]</sup>。

植被覆盖度 FVC (Fractional Vegetation Cover) 定义为单位面积内绿色植被冠层垂直投影面积所占比例<sup>[3]</sup>。植被覆盖度能够直观地反映一个地区的植被覆盖程度和植被的生长状态, 也是生态修复、土壤风蚀程度以及荒漠化程度有效评估的重要指标, 是反映地表植被覆盖的重要参数<sup>[4-5]</sup>。

植被覆盖度传统的测量方法包括目估法、采样法、仪器法和模型法等<sup>[6-8]</sup>, 这些传统测量方法的优点在于它们能够直接对地面植被进行观测和测量, 提供相对准确的植被覆盖度数据。然而, 它们也存在一些明显的缺点: 如效率低、面积小、受条件限制多。随着遥感技术的发展, 这些方法逐渐被遥感技术所替代。遥感技术覆盖范围广、成

像周期短、蕴含信息量大, 可以很好地反映植被的生长状况、覆盖度等信息, 为植被覆盖度的测量提供了新的发展方向。相对比传统的测量方法, 遥感大大减少了外业工作, 并且具有高时效性和测算面积更广的优点。

黄兰鹰等以 Landsat 遥感影像为数据源, 利用像元二分模型提取岷江上游 3 个时期的植被覆盖度, 结合海拔、坡度以及坡向等地形因子, 对研究区 2000—2020 年的植被覆盖状况变化及地形分异特征进行分析, 为生态保护和土地利用提供数据支持<sup>[9]</sup>。李敏等基于 1981—2020 年植被覆盖度数据、气象数据等定量分析黄河流域中段植被覆盖度变化特征、未来发展趋势及影响因素<sup>[10]</sup>。杨坤士等基于 1986—2020 年 Landsat 系列影像数据, 运用 GEE (Google Earth Engine) 平台计算植被覆盖度 (fraction vegetation coverage, FVC), 分析南流江流域植被覆盖度时空变化趋势特征<sup>[11]</sup>。冯建平等基于 Google Earth Engine 平台, 在 MODIS EVI 数据的基础上, 结合像元二分法模型和一元线性回归两种方法来研究珠

江流域 2000—2020 年植被覆盖度时空变化特征<sup>[12]</sup>。罗鸿等基 Landsat TM 影像,以长江首城宜宾为例,运用像元二分模型计算植被覆盖度,对其 19 年间植被覆盖度动态变化进行监测。结果显示 19 年改善和退化面积,植被覆盖度随海拔升高而上升等结论<sup>[13]</sup>。钟静等基于 2000—2020 年的 MOD13Q1 NDVI 遥感数据,使用像元二分模型计算湖北省西部山区区域的植被覆盖度,并分析了植被覆盖度的时空变化规律<sup>[14]</sup>。王琳等,采用像元二分模型、一元线性回归方程和地理探测器等方法开展黄河流域河南段植被覆盖度变化及其驱动力研究<sup>[15]</sup>。肖东洋等基于土地利用遥感数据,探讨了近 30 年黄河流域(河南段)土地覆被变化的流量、流向、多样性程度及政策启示,分析了各项黄河流域河南段的各项土地类型变化<sup>[16]</sup>。钤会冉等基于 MODIS NDVI 遥感数据分析了 2001—2019 年海河流域生长季植被覆盖度的时空变化特征<sup>[17]</sup>。

黄河是中华文明的发源地之一,是重要的文化象征。在农业灌溉、水能资源方面起到重要作用。黄河的流域治理、水资源调配、生态保护等工程,对于促进区域协调发展、推动高质量发展具有重要作用。本文以 1999 和 2023 年的 Landsat 遥感影像为数据源,应用像元二分模型计算植被覆盖度,分析 1999—2023 年黄河河南段植被覆盖度的时空变化,对黄河流域河南段植被覆盖度变化进行统计分析,为黄河流域治理、生态保护利用提供技术支持。

## 1 研究区域与方法

### 研究区概况

河南地处亚热带向暖温带过渡地区,大陆性季风气候特征明显,多年平均气温 15.1℃、降水量 771mm、水面蒸发量 1000mm 左右。受季风气候及地形差异影响,降水量时空分布极不均匀。黄河由陕西省进入河南,西起灵宝市,流经三门峡等 8 个省辖市,最终流入山东境内。这一河段河道形态复杂,河势游荡多变,地上悬河形势严峻,洪水预见期短、威胁大,具有河道最宽、悬差最大、滩区面积最广、历史灾害最重等突出特点。本文以河南流域河南段为研究对象,研究区域以黄河河道为中心,东经 111° 到 114°,北纬 34.3° 到 35.5°。

### 研究方法

归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index,简称 NDVI)是一个重要的遥感参数,用于反映农作物、草地和森林等植被的生长状态和营养信息。计算公式为:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

式中,NIR 是近红外波段反射率;R 为可见光红光波段反射率。NDVI 的取值范围在-1~1 之间,具有明确的生态意义。负值表示地面覆盖为云、水、雪等,对可见光高反射,接近零的值表示无植被覆盖区域或非常稀疏的植被,可能对应沙漠、城市地区或秃地等,数值越接近 1,表示

植被覆盖情况越好。

像元二分模型是一种简单实用的植被覆盖度估算模型,其基本思想是将遥感图像中的每个像元分为植被覆盖部分和非植被覆盖部分(如裸土)两类。混合像元的 NDVI 值为土壤和植被两部分植被指数的加权平均和,权重为每一部分在像元中所占的面积比例。

表达式为:

$$NDVI = f_{veg}NDVI_{veg} + (1 - f_{veg})NDVI_{soil} \quad (2)$$

式中:NDVI 为混合像元的植被指数值,NDVI<sub>veg</sub> 为纯植被像元的植被指数值,NDVI<sub>soil</sub> 为纯土壤像元的植被指数值,f<sub>veg</sub> 为植被覆盖度。

## 2 数据处理

### 2.1 数据来源

本文所使用的遥感影像由地理空间数据云网站下载的黄河河南段 1999 年、2023 年 Landsat 卫星影像,传感器为 TM 和 OLI 两种,云量低于 5%,质量较好,可以满足应用的要求。

### 2.2 图像处理

由于影像在获取和传输的过程中出现一些可预测的以及不可以预测的辐射误差,同时外界因素的影响产生一些畸变,这些误差会导致遥感影像失去原有的真实度,影响对遥感影像的解析和判读,所以要对影像进行这部分影响的削弱或者消除。本文图像预处理主要进行图像融合、辐射校正和大气校正,消除因辐射误差引起的畸变、大气和光照等因素对地物反射的影响,获得地物反射率、辐射率、地表温度等真实物理模型参数。然后对研究区域进行裁剪,计算归一化植被指数,采用像元二分模型对研究区的植被覆盖状况进行反演估算。

### 2.3 植被覆盖度分级

植被覆盖度分级是根据植被在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比来划分的,用于描述和评估植被的生长状况和覆盖程度。结合研究区植被覆盖度的分布情况以及《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007),将植被覆盖度分为 4 级,如表 1:

表 1 植被覆盖度分级表

| 植被覆盖度等级 | 植被覆盖度取值   |
|---------|-----------|
| 低覆盖度    | F<0.2     |
| 中低覆盖度   | 0.2≤F<0.4 |
| 中覆盖度    | 0.4≤F<0.6 |
| 中高覆盖度   | 0.6≤F<0.8 |
| 高覆盖度    | 0.8≤F≤1.0 |

## 3 结果分析

借助 Arc Map 对植被覆盖图进行重分类,分类后的植被覆盖影像图分别如图 1、图 2 所示。对黄河流域河南段每个等级的植被覆盖面积进行统计,具体数据见表 2。

1999年黄河流域河南段植被覆盖度

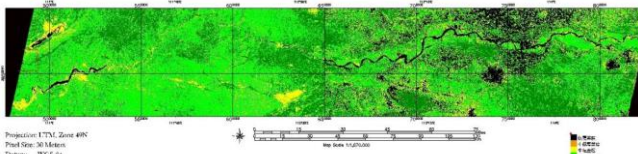


图1 1999年黄河流域河南段植被覆盖度

2023年黄河流域河南段植被覆盖度

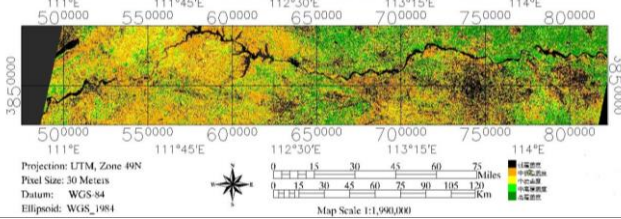


图2 2023年黄河流域河南段植被覆盖度

### 3.1 各等级植被覆盖度的直观分布

1999年,整体植被覆盖度较好,中植被覆盖度和高植被覆盖度,即颜色较深的斑块主要分布在黄河流域东侧,即郑州以东的区域。低植被覆盖度和中低植被覆盖度主要分布在西部,洛阳、三门峡区域。2023年低覆盖度区域增多,中高和高植被覆盖度区域相对减少。

### 3.2 植被覆盖度的变化研究

根据等级分类后所显示的结果,对黄河流域河南段各个等级植被覆盖度的面积分布和1999年与2023年这两个年份的变化进行比较,得到了矩阵变化信息,并将数据统计,结果如表2所示。根据表格以及植被覆盖度的等级图可以得出该地区植被变化具有以下特性:

表2 黄河故道植被覆盖度分级统计(单位:面积/万平方千米)

| 分级   | 1999年面积   | 2023年面积   |
|------|-----------|-----------|
| 低覆盖  | 34111.9   | 138980.04 |
| 中低覆盖 | 46234.35  | 542113    |
| 中覆盖  | 142183.44 | 373311.09 |
| 中高覆盖 | 997226.63 | 468564.06 |
| 高覆盖  | 722042.28 | 419338.91 |

各等级间具体变化信息如下:

1999年,中高覆盖度面积最高,占总面积的51%,低覆盖面积较少,占总面积的1%。2023年中低覆盖面积最高,占总面积38%,中高覆盖面积最少,占总面积的9%。

低覆盖度、中低覆盖度和中覆盖度的变化都是增多,分别增多面积为104868.14公顷、495878.65公顷和231127.65公顷。中高覆盖度和高覆盖度的变化都是减少,减少的面积分别为528662.57公顷和302703.37公顷。

2023年中高和高覆盖率虽然相比1999年的相应等级有所减少,但是在2023年间,中高和高覆盖率占总面积的45%,植被覆盖度较好。这与黄河流域生态保护各项政策息息相关。

植被覆盖度的变化主要还是由人类的活动引起的,主要原因有以下几个方面:

(1) 黄河流域生态的保护。近年来,河南省出台多项政策条例,保护黄河流域生态环境,水生态系统保护修复初见成效。截至2020年,部分河流生态流量保障机制初步建立;全省累计治理水土流失面积4.42万平方公里。

(2) 城市的快速发展。河南省是国家促进中部地区崛起战略部署的核心区,承载了全国1/14的人口、1/18的经济总量和1/10的粮食产量,在我国空间格局和经济社会发展中具有重要地位。随着科技不断地进步,经济也在快速的发展,人口也在不断增多,多方面的因素促进了城市的快速发展,城市的建筑用地以及工业用地不断增加,耕地的面积不断减少,从而导致低植被覆盖度面积增多,高与中高植被覆盖度面积减少。

(3) 不妥善的农业结构调整、土地开发与利用以及城市的规划使高植被覆盖度面积急剧下降,比如西南部以及东北部,从植被覆盖度等级图上可以清晰地看出,中高植被覆盖度面积下降,大多数变成了中植被覆盖度,中部的中植被覆盖度大多变成了低植被覆盖度。

(4) 农村发展交通、企业、水利设施、电路网建设等,占据了平原和丘陵地区的大量耕地和草地,这些活动导致高覆盖度面积骤减,低覆盖度面积以及极低覆盖度面积大量增加。

## 4 结论

本文利用像元二分模型对黄河流域河南段的植被覆盖度进行变化研究,在1999年到2023年之间,低、中低和中覆盖度面积增加,中高和高覆盖度面积减少。这部分变化主要是由于城市进程化发展、农业用地变化等带来的。在2023年,黄河流域河南段植被覆盖度,中高和高覆盖度面积占研究区域总面积的45%。原因是近年来,黄河流域生态保护各项政策、条例的出台,加大了对黄河流域生态保护,统筹推进大河治理和生态保护示范区建设,加快黄河流域森林康养和生态旅游产业区域一体化发展,使黄河流域生态保护和高质量发展取得较好的效果。

基金项目:河南省高等学校重点科研项目计划支持(编号:22B420005)。

### [参考文献]

- [1] FANG Z, BAI Y, JIANG B, et al. Quantifying variations in ecosystem services in altitude-associated vegetation types in a tropical region of China[J]. Science of the Total Environment, 2020(726): 138565.
- [2] LU Y, ZHANG L, FENG X. Recent ecological transitions in China greening browning and influential factors[J]. Scientific Report, 2015(5): 8732.
- [3] 梅安新, 彭望球, 秦其明, 等. 遥感导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.

- [4] 赵彩霞, 郑大玮, 何文清. 植被覆盖度的时间变化及其防风蚀效应[J]. 植物生态学报, 2005, 29(1): 68-73.
- [5] 陈云浩, 李晓兵, 史培军, 等. 北京海淀区植被覆盖的遥感动态研究[J]. 植物生态学报, 2001, 25(5): 588-593.
- [6] 张云霞, 李晓兵, 陈云浩. 草地植被盖度的多尺度遥感与实地测量方法综述[J]. 地球科学进展, 2003, 18(1): 85-93.
- [7] 杨胜天, 刘昌明, 杨志峰, 等. 南水北调西线调水工程区的自然生态环境评价[J]. 地理学报, 2002(1): 11-18.
- [8] 黄兰鹰, 杨育林, 高鹏, 等. 应用 Landsat 影像数据分析岷江上游植被覆盖度时空变化及地形分异特征[J]. 东北林业大学学报, 2023, 51(1): 54-60.
- [9] 李敏, 张艳. 黄河流域中段植被覆盖时空变化特征及影响因素分析[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2023, 41(1): 10-20.
- [10] 杨坤士, 卢远, 汤传勇. 广西南流江流域 1986—2020 年植被覆盖度时空变化及预测[J]. 科学技术与工程, 2022, 22(32): 14148-14158.
- [11] 冯建平. 2000 年-2020 年珠江流域植被覆盖度时空变化特征研究[J]. 广东蚕业, 2023, 57(1): 25-28.
- [12] 罗鸿, 杨存建. 长江上游近 19 年植被覆盖度动态变化及驱动力分析[J]. 生态科学, 2023, 42(1): 234-241.
- [13] 钟静, 皇永波, 郭明强, 等. 近 20 年鄂西地区植被覆盖度时空变化特征分析[J]. 地理空间信息, 2023, 21(2): 50-55.
- [14] 王琳, 李娜, 文广超, 等. 黄河流域河南段植被覆盖度变化及其驱动力[J]. 水土保持通报, 2022, 42(6): 393-399.
- [15] 肖东洋, 牛海鹏, 闫弘轩, 等. 1990-2018 年黄河流域(河南段)土地利用格局时空演变[J]. 农业工程学报, 2020, 36(15): 271-281.
- [16] 铃会冉, 翟家齐, 马梦阳, 等. 海河流域生长季植被覆盖度时空变化及驱动力分析[J]. 水土保持研究, 2023, 30(4): 309-317.
- [17] 赵明伟, 王妮, 施慧慧, 等. 2001-2015 年间我国陆地植被覆盖度时空变化及驱动力分析[J]. 干旱区地理, 2019, 42(2): 8.

作者简介: 王珍, (1986.3—), 女, 汉族, 学历: 硕士。