Open Journal of Natural Science 自然科学, 2023, 11(4), 634-640
Published Online July 2023 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ojns
https://doi.org/10.12677/ojns.2023.114076

Hans汉斯

黄河流域植被覆盖度变化

字豪翠*，张芝艳#，席武俊

楚雄师范学院资源环境与化学学院，云南 楚雄

收稿日期：2023年5月8日；录用日期：2023年7月11日；发布日期：2023年7月18日

摘 要

国家重大战略对黄河流域的生态保护和高质量发展予以重视，但同时黄河流域面临水资源过度开发利用、水体污染严重、湿地萎缩、湿地功能下降等生态问题。为深入了解黄河流域生态质量状况及其时空变化特征，本文分析了黄河流域植被覆盖度变化。结果表明：1) 2000年到2022年，黄河流域植被覆盖呈现整体缓慢升高、局部退化的趋势。黄河流域大部分地区植被覆盖状况在不断改善，归一化差值植被指数(NDVI)的年际变化趋势呈现较为缓慢的增长；2) 除气温和降水的影响外，人类活动对植被覆盖具有建设和破坏的双重影响。

关键词

黄河流域，生态，植被覆盖

Vegetation Coverage Change in the Yellow River Basin

Haocui Zi*, Zhiyan Zhang#, Wujun Xi

Academy of Resources, Environment and Chemistry, Chuxiong Normal University, Chuxiong Yunnan

Received: May 8th, 2023; accepted: Jul. 11th, 2023; published: Jul. 18th, 2023

Abstract

The national strategy attaches great importance to the ecological protection and high-quality development of the Yellow River Basin, but at the same time, the Yellow River Basin faces ecological problems such as over-exploitation and utilization of water resources, serious water pollution, wetland shrinkage and wetland function decline. In order to understand the ecological quality

*第一作者。
#通讯作者。

文章引用: 字豪翠, 张芝艳, 席武俊. 黄河流域植被覆盖度变化[J]. 自然科学, 2023, 11(4): 634-640.
DOI: 10.12677/ojns.2023.114076

of the Yellow River Basin and its temporal and spatial characteristics, the change in vegetation coverage in the Yellow River Basin was analyzed in this paper. The results showed that: 1) From 2000 to 2022, vegetation coverage in the Yellow River Basin showed a trend of gradual increase and local degradation. The vegetation coverage in most areas of the Yellow River Basin was improving continuously, and the annual variation trend of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) showed a slow increase; 2) Except for temperature and precipitation, human activities have dual effects on vegetation coverage construction and destruction.

Keywords

Yellow River Basin, Ecology, Vegetation Coverage

Copyright © 2023 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

2021 年 3 月，十三届全国人大四次会议表决通过《第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，第三十七章明确提出“加强黄河生态保护治理”。黄河流域拥有丰富的湿地区域[1]，该区域生态系统极具脆弱性和敏感性[2] [3]，研究发现，农业侵占、城市扩张等人类活动是导致黄河流域萎缩的主要因素[4] [5]，因此在全流域尺度上对黄河流域进行黄河流域植被覆盖度变化及其影响因素分析，反映黄河流域生态环境状况，为建设黄河重点生态区的综合监测站和监测样地提供依据和支持。

近年来，一些具有高性能计算能力和大数据处理工具的地理空间数据云计算平台被广泛用于地球科学研究[2]。遥感云计算平台的出现大大改变了传统地理空间数据存储、管理和分析方式[6]。该平台相对于传统的遥感图像处理方式，可更快速、有效地实现大尺度、长时序的地理数据处理和信息挖掘[7]。20 世纪 80 年代以来，我国学者在黄河流域的生态环境变化[8] [9]、生态安全[10]、生态修复[11] [12]等方面做了大量研究工作，学者围绕黄河源区、不同流域段以及整个流域的土地利用、气候要素、景观格局、湿地、植被 NPP、水文等的时空格局、变化特点、驱动机制、效应和应对措施等开展了深入研究(申怀飞，2007；史建国等，2008；温庆可等，2011；黄琦，2012；李帅，2015；田智慧等，2019；陈琼等，2020；王尧等，2020)。但大多针对单个生态要素开展，综合反映流域整体生态情况和变化的相关研究仍较缺乏。

本研究利用由 Landsat 卫星影像解译获得的 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年和 2022 年的植被覆盖度影像，开展黄河流域全流域的湿地时空变化研究，并分析其影响因素，推进黄河流域生态保护和高质量发展合力，坚定走生态优先、绿色发展的道路。

2. 研究区概况

黄河流域(图 1)总面积 393 万公顷[13]，湿地率 4.88% [14]。黄河流域属于大陆性气候，具有明显的大陆性气候特征，降水集中但分布不均。黄河流域具有保护水源[4]、净化生态[5]、蓄水滞洪[2]等作用，在维护生物多样性、保护多样湿地生态系统[3]方面起重要作用。但黄河流域面临着水资源过度开发利用、水体污染严重等生态问题，因此掌握了解黄河流域生态质量状况非常必要。

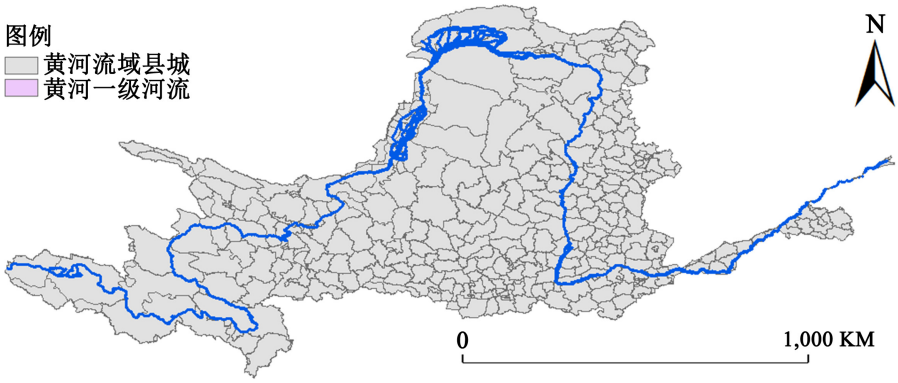


Figure 1. Research area
图 1. 研究区

3. 材料和方法

3.1. 研究试验资料来源

1) 研究使用 Landsat 5、Landsat 7、Landsat 8 影像。用 Google Earth Engine 下载(https://earthengine.google.com/)，合成年均值作为使用新影像，进行拼接、裁剪、几何校正、辐射定标、大气校正。2) 统计数据(http://www.stats.gov.cn/)，对数据进行归一化处理。

3.2. 研究方法

植被归一化指数计算：根据徐涵秋提出的遥感生态指数(RSEI) [15]，选择归一化差值植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)表示绿度指标，反映区域内植被生长情况及其分布密度[16]，进行黄河流域植被覆盖度变化分析。

$$\mathrm{NDVI} = \left(\rho_{\mathrm{nir}} - \rho_{\mathrm{red}}\right) / \left(\rho_{\mathrm{nir}} + \rho_{\mathrm{red}}\right) \tag{1}$$

自然断裂法：自然断裂法就是一种对栅格数据的分割(Spatial Analyst)，指定各类将基于数据中固有的自然分组。中断点将通过选择分类间隔识别，这些分类间隔可对相似值进行最恰当的分组并使各类之间的差异最大化。像元值将被划分到各个类，如果数据值中出现相对较大的跳跃性，可为这些设置界限。用于输出的起始区块定义输出栅格数据集中最低区域的值。默认值为 1。

相关系数(Correlation Coefficient)计算：相关系数的取值区间在 1 到−1 之间。1 表示两个变量完全线性相关，−1 表示两个变量完全负相关，0 表示两个变量不相关。数据越趋近于 0 表示相关关系越弱。以下是相关系数的计算公式。

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \tag{2}$$

其中，r_{xy} 表示样本相关系数；S_{xy} 表示样本协方差；S_x 表示 x 的样本标准差；S_y 表示 y 的样本标准差。下面分别是 S_{xy} 协方差和 S_x 和 S_y 标准差的计算公式。由于是样本协方差和样本标准差，因此分母使用的是 $n-1$。

S_{xy} 样本协方差计算公式：

$$S_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \overline{X}\right)\left(Y_i - \overline{Y}\right)}{n-1} \tag{3}$$

S_x 样本标准差计算公式：

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum\left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n-1}} \tag{4}$$

S_y 样本标准差计算公式：

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \overline{Y})^2}{n-1}} \tag{5}$$

4. 结果分析

4.1. 植被覆盖度变化

采用归一化指数计算的绿度指标与植被覆盖度密切相关，能够有效地反映地表的植被状况，研究用 NDVI 来反映植被覆盖度变化(图 2)。

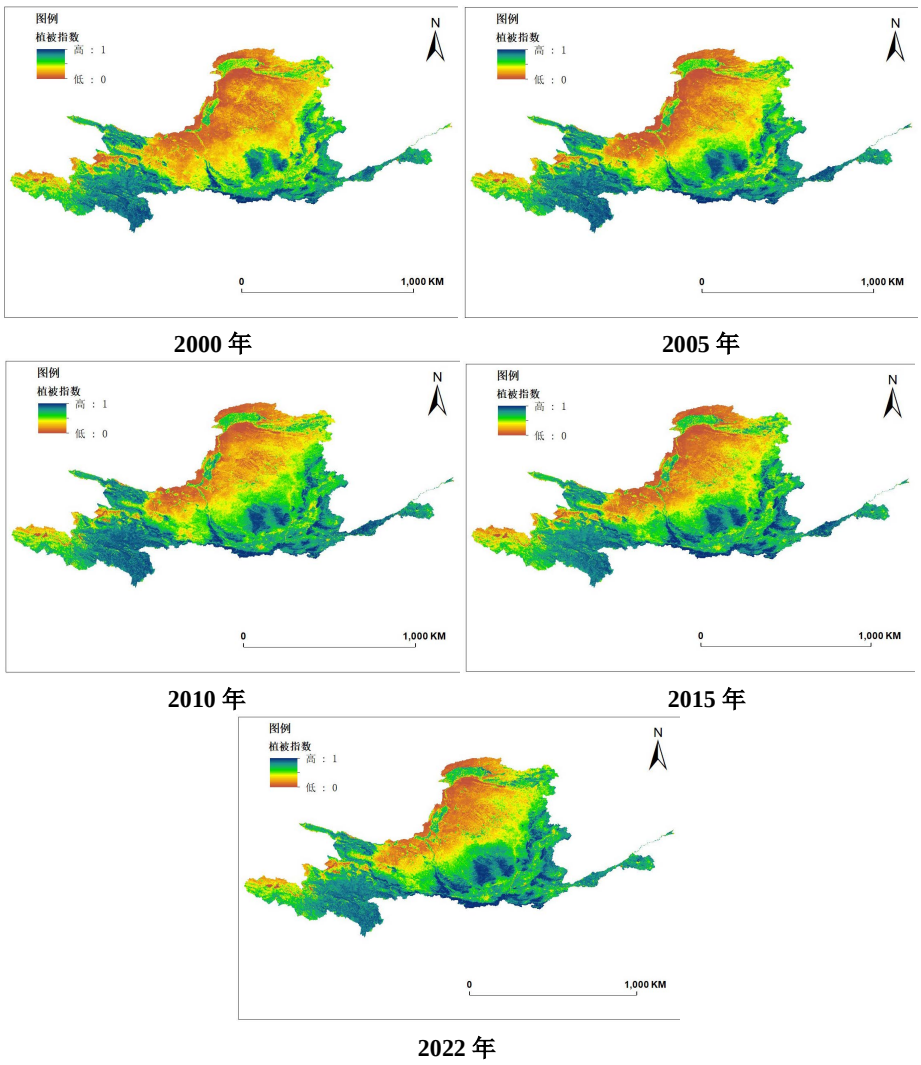
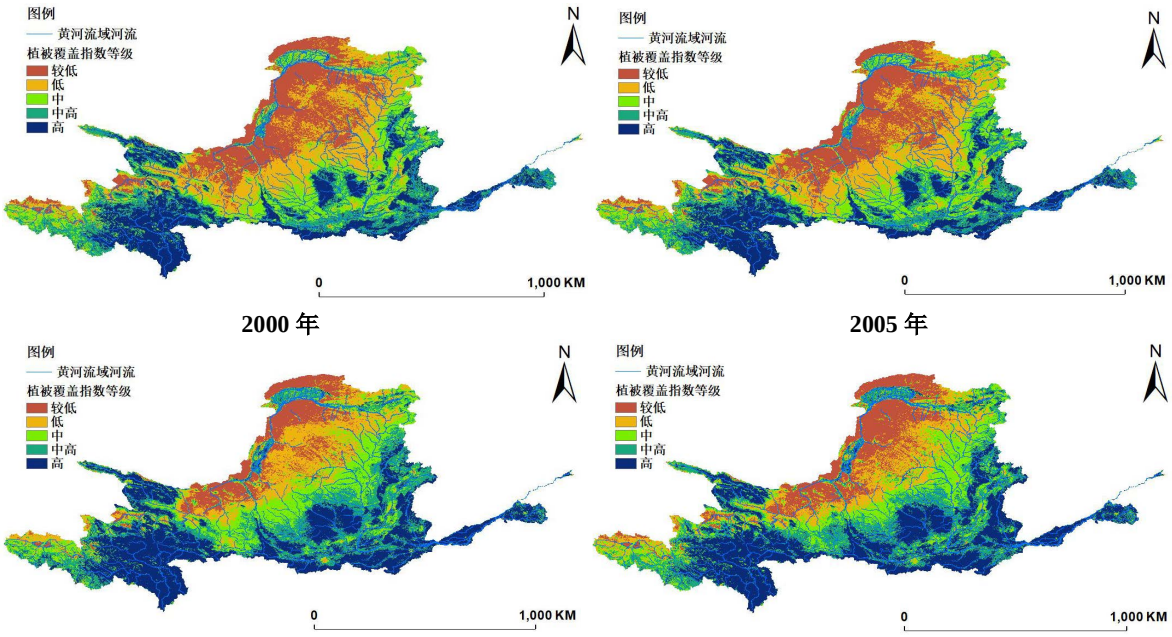


Figure 2. Spatial distribution of vegetation index
图 2. 植被指数空间分布

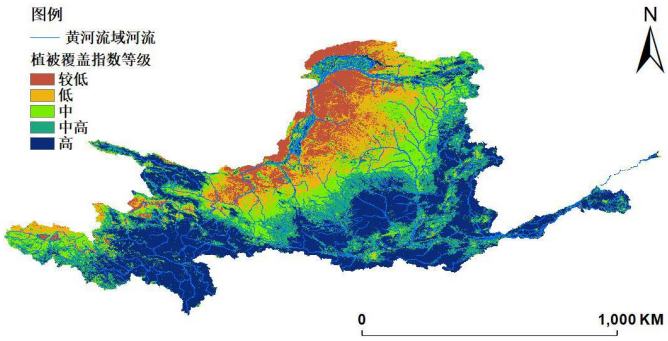
由于日照、降水等气象条件和地形等因素影响，黄河流域植被覆盖度由东南向西北依次递减。20 世纪以来，黄河流域植被覆盖度整体处于增长趋势，从时间尺度上看，黄河流域植被覆盖度变化可以分为 3 个阶段：初期植被覆盖度变化趋势很大，2005 年后植被覆盖度持续增加。黄河流域的局部地区或个别年份也存在植被覆盖度减小的情况，例如，生态环境恶劣的干旱、高寒地区，植被覆盖由于受到干旱气候因素的影响处于下降趋势，20 世纪 80 年代以来，黄河流域上游地区植被覆盖整体表现出改善趋势，局部地区和个别时段存在波动甚至减少的现象，例如，2000~2015 年甘肃段甘南州部分地区植被覆盖度显著减小，青海省 2000~2015 年土地退化面积呈现出先减少再增加的情况，整体退化面积呈显著增加趋势；中游地区植被覆盖度不仅在退耕还林还草等生态工程的影响下快速增加，而且由于进行城市化、工业化、能源开采等活动，局部地区植被覆盖情况受到影响，黄土高原西北部、经济发展相对比较快的关中地区、省会(首府)城市及其地区中心城市植被生长季 NDVI 数值急剧降低，汾渭盆地太原至西安一线的带状区域及一些城市的城郊区域植被退化趋势明显。植被覆盖呈现整体缓慢升高、局部退化的趋势。

4.2. 植被覆盖指数等级变化

根据自然断裂法将黄河流域植被覆盖指数进行等级划分(图 3)，从结果可以看出，黄河流域大部分地区植被覆盖状况正在往好的趋势发展，归一化植被指数(NDVI)的年际变化趋势表现为缓慢增长。近 20 年黄河流域生态系统质量存在局部改善与退化并存的现象，其中改善面积主要分布在湟水谷地、黄土高原、鄂尔多斯高原、河套平原和宁夏平原；退化面积主要分布在黄河源区、陕西关中盆地和黄河下游。2015 年以后，黄河流域土地利用变化趋于稳定，林、草、水域等自然生态系统从面积增长转向质量提升，生态环境呈现持续向好的趋势。根据黄河流域近 20 年的植被覆盖等级变化结果显示，发现黄河流域植被覆盖度显著增加。森林覆盖率增加，呈逐年上升趋势。植被覆盖情况得到改善，黄土高原、腾格里沙漠以及毛乌素沙地地区增加趋势较为明显；改善区域主要集中在甘肃南部的定西、天水、平凉和陕西北部的榆林、延安；青海省南部、内蒙古东部地区增加相对较慢。但是存在部分地区的植被处于退化趋势，轻微退化区域主要分布在黄河流域的西部，阿拉善盟、海西蒙古族藏族自治区等地区减少相对缓慢，集中分布在黄河下游。



2000 年　2005 年　2010 年　2015 年



2022 年

Figure 3. Different grades distribution of vegetation coverage index
图 3. 植被覆盖指数不同等级分布

5. 结论

1) 除气温和降水的影响外，人类活动对植被覆盖具有建设和破坏的双重影响，在中下游农田比例高的地区，植被改善与农田作物产量提高密切相关，因此建议在农耕区开展农田生产力变化及其对自然生态系统的影响研究。绿度越高，地表植被覆盖度越高，土壤水分越充足，生态环境质量越好。

2) 针对流域水土流失严重、水资源不足和水污染严重等重要生态问题，必须采取措施使黄河流域生态环境向良性方面发展。具体来说，应着力解决黄河水体污染问题，推进下游河岸带的生态保护与修复。

3) 流域资源环境格局变化显著并呈区域分异规律。局部人类活动影响强烈，水体与湿地面积总体减少，近年呈增加趋势，植被覆盖呈现整体缓慢升高、局部退化的趋势。

参考文献

[1] 刘发林, 薛亮, 冯超, 等. 湖南省重要湿地生态环境质量评价[J]. 福建林业科技, 2009, 36(2): 149-153.

[2] 郭云. 梁晨, 李晓文. 基于系统保护规划的黄河流域湿地优先保护格局[J]. 应用生态学报, 2018, 29(9): 3024-3032.

[3] 陈怡平. 统筹构建黄河流域生态系统新格局[N]. 中国科学报, 2020-08-18(007).

[4] 屈建平, 鲁飞飞, 刘拥军. 黄河流域河套地区湿地保护建议[J]. 内蒙古林业, 2017(1): 14-15.

[5] 张希涛, 牛正刚, 车纯广, 等. 黄河三角洲滨海湿地生态问题及其修复对策研究门[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(5): 84-87+91.

[6] 徐凯磊. 基于多源遥感数据的全国生态环境质量时空演变研究[D]: [硕士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2018.

[7] 温小乐, 林征峰, 唐菲. 新兴海岛型城市建设引发的生态变化的遥感分析——以福建平潭综合实验区为例[J]. 应用生态学报, 2015, 26(2): 541-547.

[8] 王思远, 王光谦, 陈志祥. 黄河流域生态环境综合评价及其演变[J]. 山地学报, 2004, 22(2): 133-139.

[9] 董立新, 王文科, 孔金玲, 等. 黄河上游玛多县生态环境变化遥感监测及成因分析[J]. 水土保持通报, 2005, 25(4) : 68-72.

[10] 彭月, 李昌晓, 李健. 2000-2012 年宁夏黄河流域生态安全综合评价[J]. 资源科学, 2015, 37(12): 2480-2490.

[11] 何智娟, 黄锦辉, 潘轶敏, 等. 黄河流域生态系统特征及下游生态修复实践[J]. 环境与可持续发展, 2010, 35(4): 9-13.

[12] 杨薇, 裴俊, 李晓晓, 等. 黄河三角洲退化湿地生态修复效果的系统评估及对策[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2018, 54(1): 98-103.

[13] 王瑞玲, 连煜, 王新功, 等. 黄河流域水生态保护与修复总体框架研究[J]. 人民黄河, 2013, 35(10): 107-110+114.

[14] 刘吉峰, 许卓首, 王玲, 等. 黄河流域气候与水资源演变特点研究[J]. 中国水利, 2009(13): 23-25+53.

[15] 叶亚平, 刘鲁君. 中国省域生态环境质量评价指标体系研究[J]. 环境科学研究, 2000, 13(3): 33-36.

[16] 张保卫. 基于 RSEI 模型的生态环境质量评价及系统设计——以郑州市为例[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2018.