

覃弼勇,黄肖寒,陈燕丽,等. 近 20 年河池市植被覆盖度时空演变特征[J]. 气象研究与应用,2021,42(2):41-45.

Qin Biyong, Huang Xiaohan, Chen Yanli, et al. Spatiotemporal evolution characteristics of vegetation coverage in Hechi in recent 20 years[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2021, 42(2): 41-45.

## 近 20 年河池市植被覆盖度时空演变特征

覃弼勇<sup>1</sup>, 黄肖寒<sup>1</sup>, 陈燕丽<sup>2</sup>, 莫建飞<sup>2</sup>, 韦春苗<sup>1</sup>

(1.河池市气象局, 广西 河池 547000 2.广西壮族自治区气象科学研究所, 南宁 530022)

**摘要:** 利用 2000—2019 年 MODIS 卫星遥感数据获取的归一化植被指数(NDVI)数据,通过像元线性分解模型、最大值合成法等方法计算河池市植被覆盖度,对河池市植被覆盖度时空变化趋势和特征进行分析。结果表明,近 20a 河池市植被覆盖度整体呈增加趋势,上升速率为  $6.84\% \cdot (10a)^{-1}$ ,月最大、最小值分别出现在 8 月、2 月,植被覆盖度在夏季最大、冬季最小;2011—2015 年和 2016—2019 年两个时段的植被覆盖度有了明显改善,其中 2016—2019 年植被覆盖度的较高及其以上等级的面积占比为 98.09%;河池市 99.4%区域的植被覆盖度变化趋势为正向变化,大化县西部、巴马县南部及环江中西部等区域的年变化趋势率明显高于全市植被覆盖度年变化速率。

**关键词:** 植被覆盖度;归一化植被指数;河池市;MODIS

**中图分类号:** P49

**文献标识码:** A

**doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.2.08

**OSID:**



### 前言

植被是陆地生态系统中的重要一部分,植被覆盖的变化会直接影响当地生态平衡及环境质量,植被动态变化研究已成为国内外学者们关注的热点之一<sup>[1-3]</sup>。在人类活动和自然环境的演变下,河池市植被覆盖情况也相应发生了变化。近年来有部分学者对河池植被变化、植被恢复进行了研究,并取得了一定的成果。童晓伟<sup>[4]</sup>等利用 1999—2010 年 SPOT-VGT NDVI 数据,通过趋势分析和偏相关分析法对河池植被变化趋势、植被与气候、地形的关系进行了分析,指出河池植被受气候因子和地形影响,整体上呈恢复趋势。梁钊雄等<sup>[5]</sup>选取河池市岩溶地区 1990 年、2000 年和 2010 年 3 个时相的 TM 影像,基于 NDVI 的像元二分模型方法分析指出:近 20a 来河池高植被覆盖区的面积已增加到 53.66%,且岩溶区域低植被覆盖区域的面积变化率比非岩溶区的大。汪明冲等<sup>[6]</sup>学者对河池喀斯特区域植被覆盖变化景观、植被恢复模式土壤性状等进行了研究。覃荣勇等<sup>[7]</sup>在对河池宜州和环江县进行实地调查、植被恢复模

式进行分析的基础上,指出与豆科植物混交的植被恢复模式有利于石漠化土地植被恢复。以上学者的研究鲜见针对河池植被覆盖年际变化趋势(2010 年以来)进行相关研究。

河池市退耕还林工程于 2001 年在东兰县试点,2002 年在全市 11 个县(区)全面铺开,通过采取植被管护、封山育林、人工造林等措施恢复岩溶石漠化植被,岩溶区植被恢复明显。河池市石漠化治理工程开始于 2008—2010 年,都安、环江、大化、凤山首批作为石漠化综合治理示范县,开始实施石漠化治理工程,到了 2011 年石漠化治理工程在全市 11 个县(区)全部铺开。近年来,在人类活动、气候变化等多种因素的共同作用下,河池植被覆盖年际变化趋势是相关部门一直关注的问题。基于此背景,本文选取河池市为研究对象,基于遥感与地理信息系统技术,利用河池市 2000—2019 年的 MODIS 卫星遥感数据,对该地区植被覆盖度进行分析。本研究旨在及时有效的掌握该地区植被覆盖度的变化特征,为地方植被资源保护、合理开发及可持续发展提供参考。

收稿日期: 2020-08-03

作者简介:覃弼勇(1995—),助理工程师,从事天气预报及生态气象服务。E-mail:826000173@qq.com

## 1 数据方法

### 1.1 研究区概况

河池市地处广西北部边陲、云贵高原南麓,属亚热带季风气候。河池地势西北高,东南低,境内地形多样,结构复杂,山地、丘陵和各种地表、地下喀斯特发育广泛,喀斯特地貌面积占全市土地总面积的49.7%<sup>[8]</sup>。本研究区域包括10个县(区):金城江区、宜州区、都安县、南丹县、天峨县、东兰县、巴马县、凤山县、罗城县、环江县。因大化县无国家气象站,故不作为研究区域。

### 1.2 数据及处理

遥感数据采用2000—2019年植被指数产品MOD13Q1,空间分辨率为250m,数据来源于美国国家航空航天局,MOD13Q1遥感数据进行了图像镶嵌、投影转换及质量检验等处理步骤得到归一化植被指数NDVI数据集。

### 1.3 研究方法

#### 1.3.1 最大值合成法

采用最大值合成法<sup>[9]</sup>将NDVI旬数据合成为月数据,并将各月最大值合成为年数据。该方法通过选取某一段时间内的NDVI最大值,从而进一步消除大气、云、太阳高度角等多种因素的干扰。

$$NDVI_i = \text{Mar}\{NDVI_{i,j}\} \quad (1)$$

式中:NDVI<sub>i</sub>为第i个月或第i年的NDVI值;NDVI<sub>i,j</sub>为第i月的第j个16d的NDVI数据或第i年的第j月的NDVI数据。

#### 1.3.2 像元线性分解模型

植被覆盖度是指植被在地上部分垂直投影面积占地面面积的百分比,是衡量生态绿化程度的量化指标。根据像元线性分解模型,利用NDVI计算植被覆盖度的公式,表达式如下<sup>[10]</sup>:

$$f_g = (NDVI - NDVI_0) / (NDVI_g - NDVI_0) \quad (2)$$

式中:植被覆盖度为 $f_g$ ;NDVI<sub>0</sub>为裸土地或完全没有植被覆盖的区域的NDVI值;NDVI<sub>g</sub>代表植被完全覆盖区域像元的NDVI值。

#### 1.3.3 逐像元趋势分析法

植被覆盖度变化趋势率可用来反映植被覆盖在一段时间内的变化速度,本研究运用线性趋势法分析河池2000—2019年植被覆盖度的整体变化趋势。计算公式为<sup>[11]</sup>:

$$\text{slope} = \frac{n \times \sum_{i=1}^n i \times C_i - \left( \sum_{i=1}^n i \right) \left[ \sum_{i=1}^n C_i \right]}{n \times \sum_{i=1}^n i^2 - \left[ \sum_{i=1}^n i \right]^2} \quad (3)$$

式中:slope为植被覆盖度变化趋势的斜率;n为20a,C<sub>i</sub>为第i年的年最大植被覆盖度。当植被覆盖度变化趋势率为正值,表明该地区在一段时间内的植被覆盖度呈现上升趋势;反之,负值表示呈现下降趋势。绝对值表示变化的快慢程度。

## 2 结果与分析

### 2.1 河池市植被覆盖度时间变化特征分析

#### 2.1.1 河池市植被覆盖度月际变化特征

对河池1—12月各月植被覆盖度特征进行分析(见图1):河池1—12月植被覆盖度上升速率为1.42%/月,年平均值为71.14%,月最大值出现在8月(82.08%),月最小值出现在2月(54.05%)。1月和2月的植被覆盖度低于60%,3月、12月植被覆盖度介于60%~70%之间,4、5、10、11月的植被覆盖度介于70%~80%之间,6—9月植被覆盖度均大于80%。

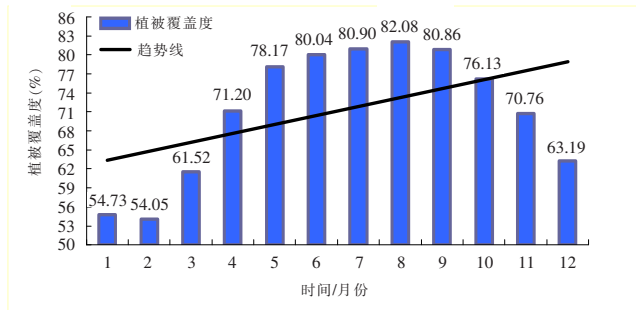


图1 河池植被覆盖度月际变化特征

#### 2.1.2 河池市植被覆盖度季度变化特征

各季度河池市植被覆盖度特征见图2。夏季(6—8月)的植被覆盖度最大(81.01%),其次为秋季(9—11月)的植被覆盖度为75.92%,春季(3—5月)的植被覆盖度为70.30%,冬季(12—2月)的植被覆盖度最小(57.32%)。

#### 2.1.3 河池市植被覆盖度年际变化特征

据卫星遥感监测数据分析,经Arcgis区域统计功能计算获取年均植被覆盖度值,用其表示当年河池市的植被覆盖水平。2000—2019年河池植被覆盖度总体呈现明显上升趋势(图3),植被覆盖度持续

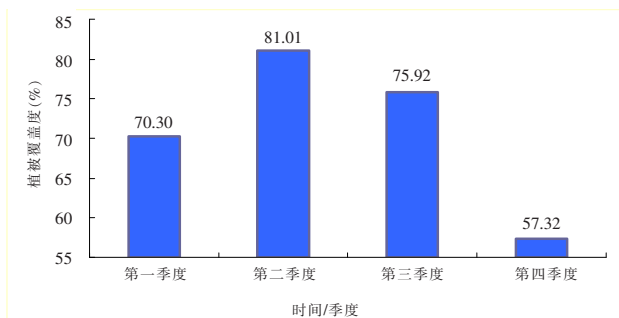


图 2 河池植被覆盖度季度变化特征

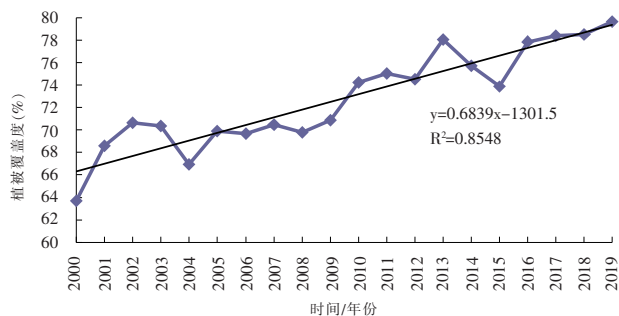


图 3 2000—2019 年河池植被覆盖度年际变化

改善,上升速率为  $6.84\% \cdot (10a)^{-1}$ , 20a 均值为 72.83%, 其中 2019 年植被覆盖度继续保持增长趋势, 达到 79.6%, 为近 20a 来最高。河池市植被覆盖度在 2000—2019 年期间大致可以划分为以下五个阶段: 2000—2003 年, 植被覆盖度呈现明显上升趋势; 2003—2004 年, 植被覆盖度呈现下降趋势; 2004—2013 年, 植被覆盖度呈现“W 型”的波动过程, 但总体呈现缓慢上升趋势; 其中 2013 年植被覆盖度达到最大值; 2014—2015 年, 植被覆盖度呈现下降趋势; 2015—2019 年, 植被覆盖度呈现“上升—基本持平”的趋势, 且每年的植被覆盖度高于 20a 平均值。

利用本年度与上一年的差值得到河池 2000—2019 年际植被覆盖度差异图(图 4)。整体上看, 年度植被覆盖度数值增长的幅度远大于减少的幅度, 即植被覆盖度总体呈现上升趋势, 植被覆盖度逐步改善, 这与植被覆盖度年际变化特征图所反映的趋势是相同的。其中: 2002—2003 年、2003—2004 年、2005—2006 年、2007—2008 年、2011—2012 年、2013—2014 年和 2014—2015 年的植被覆盖度差值是负值, 说明 2003 年、2004 年、2006 年、2008 年、2012 年、2014 年以及 2015 年与上一年相比, 植被覆盖度是降低的, 其中 2003—2004 年度植被覆盖度降低最多。其他年度植被覆盖度差值为正值, 其中

2000—2001 年植被覆盖度增加比其他年度要大。植被覆盖度降低主要原因由于一些基础设施的建设以及乡镇、城区的改造。气候变化对植被覆盖度的影响还需进一步研究。

## 2.2 河池市植被覆盖度空间变化特征分析

### 2.2.1 河池市植被覆盖度空间变化速度特征

通过 Arcgis 区域统计功能计算获取河池植被覆盖度变化趋势。在过去的 20a, 全市 99.4% 的区域植被覆盖度呈现正向变化, 表明植被覆盖度变化速度得到了提高, 植被得到了改善。尤其是大化县西部(乙圩、北景、岩滩、羌圩镇)、巴马县南部(燕洞、那桃、百林镇)及环江县中西部(洛阳、川山、水源、下南镇)等区域的年变化趋势率明显高于全市平均增长速度。天峨县中部向阳镇、罗城县北部(宝坛、兼爱、纳翁乡)呈现出负向变化。因城区发展土地被改造, 可能对植被造成了一定影响。

### 2.2.2 不同时段河池植被覆盖度状况对比分析

依据《土壤侵蚀分类分级标准》<sup>[12]</sup>, 将河池市植被覆盖度值划分为 6 个等级:  $<0\%$  为无植被覆盖度;  $0\% \sim 30\%$  为低植被覆盖度;  $30\% \sim 45\%$  为较低植被覆盖度;  $45\% \sim 60\%$  为中等植被覆盖度;  $60\% \sim 75\%$  为较高植被覆盖度;  $>75\%$  为高植被覆盖度。对 2000—2005 年、2006—2010 年、2011—2015 年、2016—2019 年四个时间段的植被覆盖度进行等级划分, 分级结果见空间分布图 5。相比 2000—2005 年和 2006—2010 年两个时间段, 2011—2015 年和 2016—2019 年两个时段的植被覆盖度得到了明显改善。2016—2019 年, 河池市植被覆盖度的较低和低等级植被覆盖度占比均较低, 全市的植被覆盖度保持在较高或高等级植被覆盖水平。

利用 Arcgis10.2 软件对各等级内面积占比进行统计(见表 1)分析可知: (1) 与 2000—2005 年时段相比, 河池 2016—2019 年的高植被覆盖面积占比增



图 4 2000—2019 年河池植被覆盖度年际差异



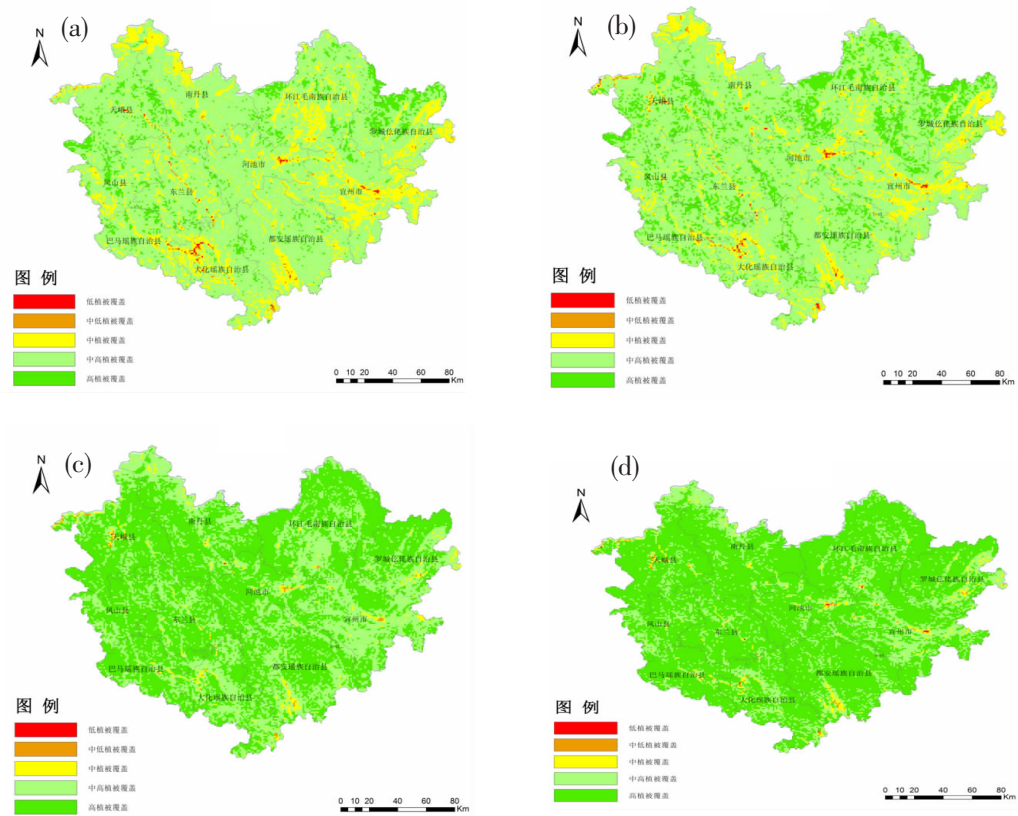


图 5 四个时段河池植被覆盖度空间分布图  
(a)2000—2005 年;(b)2006—2010 年;(c)2011—2015 年;(d)2016—2019 年

表 1 不同时段各等级植被覆盖度面积占比(%)

年份/年	低植被覆盖	较低植被覆盖	中等植被覆盖	较高植被覆盖	高植被覆盖
2000—2005	0.15	0.62	16.75	74.06	8.42
2006—2010	0.14	0.67	11.54	72.18	15.47
2011—2015	0.01	0.25	1.67	36.25	61.82
2016—2019	0.04	0.29	1.58	21.58	76.51

加了 68.09%,其他等级的植被覆盖面积占比呈现下降的趋势特征。(2)相对于其他时段,2011—2015 年比 2006—2010 年的中等及其以上等级植被覆盖度面积占比变化趋势明显。其中高等级植被覆盖度面积占比从 15.47%提高到了 61.82%,提高了约 4 倍,较高等级植被覆盖度面积占比从 72.18%下降到了 36.25%,中等级植被覆盖面积占比从 11.54%降低到 1.67%,(3)四个时间段的较低和低等级植被覆盖面积占比变化不大,均小于 1%,说明河池较高以上植被覆盖面积的占比呈现良好的发展态势。

3 结论与讨论

(1)2000—2019 年河池植被覆盖度持续改善,

总体呈现明显上升趋势,上升速率为 6.839%/10a, 20a 均值为 72.83%,最大值出现在 2019 年(79.6%)。2011—2015 年和 2016—2019 年两个时段的植被覆盖度得到了明显改善。2016—2019 年,河池市的植被覆盖度保持在较高或高等级植被覆盖水平。

(2)河池 1—12 月植被覆盖度总体呈现上升趋势,上升速率为 1.42%/月,月均值为 71.14%,月最大、最小值出现在 8 月和 2 月。夏季的植被覆盖度最大,冬季的植被覆盖度最小。

(3)河池市 99.4%的区域植被覆盖度呈现正向变化,植被覆盖度变化速度提高,植被改善。大化县西部、巴马县南部及环江中西部等区域的年变化趋势率明显高于全市平均增长速度。

在实施退耕还林、石漠化治理等生态工程系列措施下,明显促进了河池市植被生长恢复。除人类活动影响外,温度、降水等作为植物生长发育的必要环境因子,对植被的生长具有重要的影响,也还需进一步深入探讨河池植被覆盖度与年平均气温、降雨量等气候因子及其变化的相关性。进一步探索更加长期、有效的生态保护措施。

#### 参考文献:

- [1] 张华,张改改,吴睿. 基于 GF-1 卫星数据的面向对象的民群绿洲植被分类研究[J]. 干旱区地理, 2017, 40(4): 831–838.
- [2] 李净,刘红兵,李龙,等. 基于多源遥感数据集的近 30a 西北地区植被动态变化研究[J]. 干旱区地理, 2016, 39(2): 387–394.
- [3] 岳辉,刘英. 近 15a 陕西省植被时空变化与影响因素分析[J]. 干旱区地理, 2019, 42(2): 314–323.
- [4] 童晓伟,王克林,岳跃民,等. 桂西北喀斯特区域植被变化趋势及其对气候和地形的响应[J]. 生态学报, 2014, 34(12): 3425–3434.
- [5] 梁钊雄,王兮之,魏兴琥,等. 基于 TM 影响的广西河池市岩溶地区植被覆盖度的动态变化研究[J]. 中国岩溶(自然科学版), 2014, 33(2): 208–215.
- [6] 汪明冲,王兮之,梁钊雄,等. 喀斯特与费喀斯特区域植被变化景观分析: 以广西壮族自治区河池市为例[J]. 生态学报, 2014, 34(12): 3435–3443.
- [7] 覃勇荣,岑忠用,刘旭辉,等. 桂西北石漠化地区不同植被恢复模式土壤性状的初步研究 [J]. 河池学院学报, 2006, 33(5): 34–41.
- [8] 黄肖寒,陈燕丽,黄冬梅. 基于气候信息的河池市植被 NDVI 模拟[J]. 气象研究与应用, 2019, 39(4): 42–45.
- [9] 马保东. 矿区典型地表环境要素变化的遥感监测方法研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2014.
- [10] 苏文豪,甘淑,袁希平,等. 近 13a 思茅地区植被覆盖度变化及其影响因素[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2018, 48(5): 574–580.
- [11] 刘英,岳辉. 基于 MODIS 的 2000–2014 年黄土高原植被覆盖度估算及其时空变化分析[J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(3): 181–184.
- [12] 张远东,张笑鹤,刘世荣. 西南地区不同植被类型归一化植被指数与气候因子的相关分析[J]. 生态学报, 2011, 22(2): 323–330.

## Spatiotemporal evolution characteristics of vegetation coverage in Hechi in recent 20 years

Qin Biyong<sup>1</sup>, Huang Xiaohan<sup>1</sup>, Chen Yanli<sup>2</sup>, Mo Jianfei<sup>2</sup>, Wei Chunmiao<sup>1</sup>

(1. Hechi Meteorological Bureau, Hechi Guangxi 547000;

2. Guangxi Institute of Meteorological Sciences, Nanning Guangxi 530022)

**Abstract:** Based on the normalized vegetation index (NDVI) data obtained from MODIS satellite remote sensing data from 2000 to 2019, the vegetation coverage of Hechi City was calculated by pixel linear decomposition model and maximum value synthesis method, and the temporal and spatial variation trend and characteristics of vegetation coverage of Hechi City were analyzed. The results showed that in recent 20 years, the vegetation coverage of Hechi City showed an increasing trend with an increasing rate of  $6.84\% (10a)^{-1}$ . The maximum and minimum values of each month appeared in August and February respectively, and the vegetation coverage was the largest in summer and the lowest in winter. In 2011–2015 and 2016–2019, the vegetation coverage had improved significantly, and the area with higher vegetation coverage and above in 2016–2019 accounted for 98.09%. The change trend of vegetation coverage in 99.4% areas of Hechi was positive, and the annual change trend rate in the west of Dahua County, the south of Bama County and the middle and west of Huanjiang County was significantly higher than that in the whole city.

**Key words:** vegetation coverage; normalized vegetation index; Hechi City; MODIS