

基于遥感影像的千山风景区植被变化研究

鲍宏雪

哈尔滨师范大学, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2022年10月2日; 录用日期: 2022年11月2日; 发布日期: 2022年11月11日

摘要

植被覆盖度是自然条件和社会经济活动的综合反映, 研究一个区域植被覆盖度的时空变化对于认识该地区的社会发展状况、制定更加合理的生态环境政策、实现经济可持续发展具有重要意义。本文以千山风景区2003年、2010年和2017年TM、OLI遥感影像为数据源, 基于归一化植被指数, 应用ENVI和ArcGIS软件, 采用像元二分模型对植被覆盖度进行估算, 得到三期植被覆盖度等级图, 并通过转移矩阵和NDVI差值计算对研究区近14年植被的时空变化特征进行分析。研究结果表明: 1) 植被覆盖总体呈下降趋势, 低度、中低度、中度植被覆盖面积分别增加0.5481 km²、1.5372 km²、1.0485 km², 中高度、高度植被覆盖面积分别下降1.3347 km²、1.7991 km²。2) 2003~2017年中度、中高度、高度植被覆盖转移较频繁。3) 据统计千山风景区严重退化植被占大多数且改善程度下降幅度较大。

关键词

植被覆盖度, 归一化植被指数, 千山风景区, 遥感影像

Study on Changes of Vegetation in Qianshan Scenic Area Based on Remote Sensing Images

Hongxue Bao

Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Oct. 2nd, 2022; accepted: Nov. 2nd, 2022; published: Nov. 11th, 2022

Abstract

Vegetation coverage is a combination of natural conditions and socioeconomic activities. Studying the temporal and spatial variation of vegetation coverage of a region is significant for understanding

the social development in the region, formulating a more rational ecological and environmental policy and realizing sustainable economic development. The three periods of remote sensing images of TM/OLI in Qianshan (2003, 2010 and 2017) were taken as data sources. The vegetation fractional coverage distribution maps in those periods were calculated by conducting the pixel dichotomy model using ENVI and ArcGIS software. Further, the temporal and spatial variation characteristics of vegetation coverage in the study area were analyzed through transition matrix and deviation calculated method. The results are as follows: 1) The overall vegetation coverage showed a downward trend. The coverage areas of low, medium-low and medium vegetation increased by 1.3347 km², 1.7991 km² and 1.1799 km² respectively. The coverage areas of medium-high and high vegetation decreased by 1.3347 km² and 1.7991 km², respectively. 2) From 2003 to 2017, the transition among medium, medium-high of high vegetation coverage is relatively frequent. 3) According to statistics, the degree of vegetation improvement in Qianhan scenic area has declined and is seriously degraded.

Keywords

VFC, NDVI, Qianshan Scenic Area, Remote Sensing Image

Copyright © 2022 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

植被是环境重要的组成因子,在区域环境中具有显著作用,是地球物质循环和能量流动的中枢系统,充分地将土壤、大气和水分连接起来[1],有效的确定植被的空间分布、长势变化等信息,有利于城市环境监测质量检测,为农业、林业等有关部门提供信息。植被覆盖度(VFC, Vegetation Fractional Cover)作为表述地表植被覆盖的重要指标,也是生态环境变化的基本指标,在许多研究中常常被用作主要因素[2],因此,建立准确和适当的VFC估算方法是促进自然环境研究的关键。植被覆盖度的估算方法主要分为实地测量和遥感监测,传统的实地测量受时间、区域等条件限制,精度不高且需要花费巨大人力财力,一般情况只适用于特定区域或特定类型,不易推广[3]。遥感监测具有全天候全天时,宏观、动态等特点,因此基于遥感影像形成了一些植被研究模型,主要有统计模型法、物理模型法、像元分解模型法等[4]。王宇利用像元二分法研究1990年以来五台山自然保护区的植被状况,得出研究区植被变化状况[5];刘子潇、颜悦采用像元二分模型评价天津地区植被覆盖,得出天津生长季植被年际变化特征[6];宋鑫、李薇等采用NDVI像元二分模型对大连市河流河岸带植被覆盖度进行检测,得出近16年植被长势状况及趋势[7];刘海以广东省为研究对象利用像元二分法估算植被覆盖度并归纳出一段时期内变化趋势[8]。

大量数据表明,归一化植被指数(NDVI)是植被空间密度以及植物生长趋势的有效指标,其应用广泛[1],因此本文利用获得的三期Landsat 5/8数据,应用遥感与GIS技术,运用像元二分原理,估算NDVI和VFC,对千山风景区近14年植被动态变化进行研究。

2. 研究区概况

千山风景区位于辽宁省鞍山市东南17公里处(图1),地理坐标为123°07'E, 41°01'N,总面积125 km²,山峰共999座,其数近千,因此被称为“千山”,又名“积翠山”、“千华山”等,分成北部、中部、南部、西南部四个景区以及周边保护区[9],千山地理环境优美,形成于燕山期造山运动,南靠渤海,北

接长白山,是辽河与鸭绿江的分水岭,为典型的粗粒花岗岩地貌。千山属于温带季风气候,四季分明,夏季无酷暑,降水集中且多暴雨,年平均降水量为729.5 mm,主要集中在5月至9月,冬季无严寒,多雪少风,具有东北地区典型的气候特征,年平均气温为8.7℃,无霜期为165天,相对湿度全年为76.4%。千山风景区1982年被并入国家首批重点风景名胜区,于2017年2月25日晋升为国家5A级风景区。千山风景区绝大部分是次生的自然植被,据调查,千山植物共计120科、470属、1039种[10]。

3. 数据来源与数据预处理

3.1. 数据来源

本文主要数据源自美国NASA的Landsat 5卫星和Landsat 8卫星,分别为专题绘图仪(Thematic Mapper)获取TM影像、陆地成像仪(Operational Land Imager)获取的OLI影像。本文研究对象为植被,因此在图像的时相选择需要考虑植被的生长阶段,云量少、6月至9月份植被长势茂盛成熟,有利于精确地进行植被覆盖度计算。基于综合考虑,Landsat 5 TM数据选用2003年8月25日和2010年8月12日,Landsat 8 OLI的数据选用2017年8月31日。影像和数据均取自地理空间数据云。轨道号为119/31,图像空间分辨率为30 m,影像云量均在5%以下。

3.2. 数据预处理

遥感影像在获取过程中会受到一定大气、卫星飞行姿态、地球自转等一系列因素的影响,因此有必要对图像进行预处理工作。本文基于envi5.1软件,利用千山风景区的矢量数据进行图像的不规则裁剪,为突出植被信息,依据加法彩色合成原理,将2003年和2010年Landsat 5 TM影像4、3、2波段,2017年Landsat 8 OLI影像5、4、3波段在envi5.1中分别赋予红、绿、蓝色,即标准假彩色合成,并将三个波段分别合并。

4. 研究方法

4.1. 计算归一化植被指数(NDVI)

利用卫星多光谱通道影像的反射值得到植被指数(VI, Vegetation Index)能够有效地监测植物生长水平。常用植被指数有比值植被指数(RVI, Ratio Vegetation Index)、归一化植被指数(NDVI, Normalized Difference Vegetation Index)、差值植被指数(DVI, Difference Vegetation Index)和正交植被指数(PVI, Perpendicular Vegetation Index)等。归一化植被指数又称生物量指标变化,可将植被从水、土范围中区分出来,不仅除去了大部分仪器定标、太阳角、地形、云阴影以及大气条件有关辐照度的变化,而且与植被单位空间内分布数量呈线性关系,是目前四十多种植被指数中应用最广泛的一种[11]。所以本文采用NDVI计算,公式如下:

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

式中: NIR 代表近红外波段的反射率, R 代表红光波段的反射率。

图像预处理后,基于envi5.1的Basic Tools/Band Math工具得到三期影像的NDVI值。NDVI的植被范围限定在[-1, 1]内,NDVI为负值时,说明几乎没有植被,地表覆盖的是水、沙漠、冰川等,对可见光高度反射;NDVI值为0时,说明有岩石或裸土;NDVI为正值时,说明存在植被,其数值越高,覆盖越好[12]。

4.2. 基于像元二分模型的植被覆盖度计算

植被覆盖度(VFC)指所有植被包括乔、灌、草和农作物在内的冠层、枝叶在生长区域地面的垂直投影

面积占研究统计区域面积的百分比。本文采用像元混合分解模型中像元二分模型计算植被覆盖度，公式如下：

$$VFC = \frac{(NDVI - NDVI_{soil})}{(NDVI_{veg} - NDVI_{soil})} \quad (2)$$

其中 $NDVI_{soil}$ 代表完全裸土或无植被覆盖区域的值， $NDVI_{veg}$ 则为完全植被覆盖的值。理论上， $NDVI_{soil}$ 接近 0%， $NDVI_{veg}$ 接近 100%，则 $NDVI_{soil} = NDVI_{min}$ ， $NDVI_{veg} = NDVI_{max}$ ，但实际上直接获取研究区 NDVI 的最大值和最小值是不准确的，图像必不可免会存在各种因素的噪声，因此应该取给定置信区间的最大值和最小值[11]，由于没有实测数据，据研究，选取 NDVI 累计频率直方图上 5% 和 95% 的 NDVI 值作为最小值和最大值，根据公式(2)，利用 envi5.1 主菜单中 Basic Tools/Band Math 工具，得到三期 NDVI 极值(表 1)。

Table 1. The NDVI extreme value table of Qianshan scenic area from 2003 to 2017

表 1. 2003~2017 千山风景区 NDVI 极值表

年份	2003	2010	2017
$NDVI_{min}$	0.39	0.45	0.27
$NDVI_{max}$	0.66	0.69	0.48

4.3. 植被覆盖度分级

植被覆盖度的分级已经有了大量研究，植被覆盖度分级的阈值选取因各地区的不同而不同。根据千山风景区的实际情况，综合考虑东北地区特有的植被特点[3]，参考国家颁布的《土壤侵蚀分类分级标准》覆盖度划分标准，将千山风景区植被覆盖度分成 5 个等级：I 级——低度植被覆盖度($0 < VFC < 15\%$)、II 级——中低度植被覆盖度($15\% < VFC \leq 35\%$)、III 级——中度植被覆盖度($35\% < VFC \leq 60\%$)、IV 级——中高度植被覆盖度($60\% < VFC \leq 80\%$)、V 级——高度植被覆盖度($80\% < VFC \leq 100\%$)。

5. 结果与分析

5.1. 千山风景区不同时期植被覆盖度总体变化特征

据统计 2003~2017 年 NDVI 平均值(图 1)可看出，千山风景区近 17 年 NDVI 平均值变化在 0.56~0.39 之间变动，2010 年 NDVI 均值小幅度上升了 0.04，2017 年 NDVI 均值下降范围较大，下降了 0.22。地形条件的差异及人为活动频繁程度决定植被覆盖度的变化，其中人为活动频繁对植被干扰大。

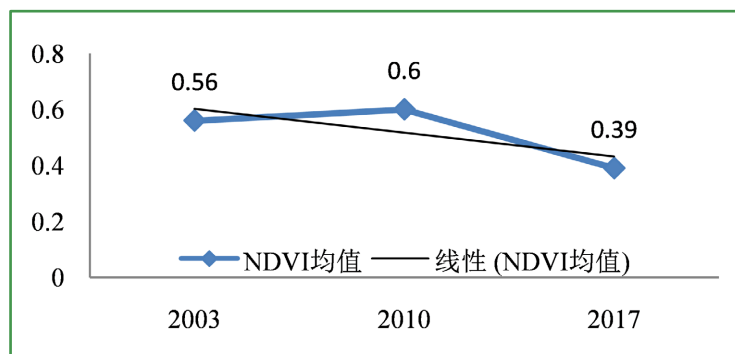


Figure 1. The NDVI average of Qianshan scenic area from 2003 to 2017

图 1. 2003~2017 年千山风景区 NDVI 均值变化图

经计算发现 2003 年, 千山风景区高度植被覆盖度占比最大, 为 7.37 km², 占整个研究区 1/3 左右, 占比为 31.96% (表 2); 至 2010 年, 高度植被覆盖度面积增长了 0.58 km²。但是, 随后千山风景区高度植被覆盖度面积大幅下降, 相比 2010 年减少了 29.79%。中高度植被覆盖 2003 年面积占比仅次于高度植被覆盖度, 整个趋势从 2003~2017 年逐年下降, 2017 年幅度较大, 下降了 1.20 km²。低度和中低度植被覆盖度占比小, 千山风景区 2003~2017 年总体趋势为先下降后上升, 具体为, 低度植被覆盖度面积至 2010 年下降了 0.13 km², 2017 年面积上升了 0.67 km²; 2010 年中高度植被覆盖度面积相比 2003 年下降了 15.32%, 2017 年面积相比 2010 年增加了 141.68%。中度植被覆盖度从 2003~2017 年趋势也是先下降后增长, 2003 年千山风景区面积为 5.43 km², 2010 年中度植被覆盖度面积为 5.30 km², 2017 年增长至 6.48 km²。总体来看, 2003 年和 2010 年千山风景区的中高度、高度植被覆盖度占比较大; 而 2017 年千山风景区的中度、中高度植被覆盖度占比相对较大。2003~2010 年千山风景区各分级占比中除高度植被覆盖度外总体下降, 中低度下降占比最大; 2010~2017 年千山风景区各分级占比除中高度、高度植被覆盖度外总体上升, 中低度上升最大。

Table 2. The area and proportion of FVC in Qianshan scenic area from 2003 to 2017 (km²)
表 2. 2003~2017 年千山风景区植被覆盖度面积占比表(km²)

	2003		2010		2017	
	面积	占比	面积	占比	面积	占比
I 级	1.65	7.14%	1.52	6.60%	2.19	9.29%
II 级	1.47	7.37%	1.24	5.40%	3.01	12.73%
III 级	5.43	23.56%	5.30	23.03%	6.48	28.11%
IV 级	7.14	30.97%	7.01	30.44%	5.81	25.18%
V 级	7.37	31.96%	7.95	34.55%	5.57	23.93%

5.2. 千山风景区不同植被覆盖等级的动态变化

根据千山风景区植被覆盖度分级数据, 利用 Excel 数据透视表得出 2003~2010 年和 2010~2017 年的不同植被等级的转移矩阵数据。

由表 3 可知, 2003 年到 2010 年植被覆盖度等级未发生变化面积约占总面积的 59.5%。具体来看, 低度植被覆盖等级转入面积为 0.36 km², 主要转移等级为中低度和中度, 占总转入面积 85.72%, 总转出面积为 0.48 km², 从低等级至高等级转出面积逐渐减小, 面积最大的中低度植被覆盖等级为 0.24 km², 占转出量的 50.22%。中低级植被覆盖度面积变化较大, 减少了 0.22 km², 主要是占比为 64.1%的中级植被覆盖的正向转移, 面积为 0.65 km²。中度植被覆盖度面积减小 0.12 km², 内部转移不稳定, 正向转移占据 77.38%, 其中有 64.8%转移至中高度植被覆盖区域, 其次转移到中低度植被覆盖面积为 0.45 km², 主要转入面积同样为中高度和中低度植被覆盖度, 所占比例分别为 56.88%、26.83%。中高度植被覆盖面积减少了 0.17 km², 减少的面积主要是向高度植被覆盖的正向转移, 面积为 1.99 km², 占转出量的 57.09%, 其次是向中度植被覆盖区域的逆向转移, 面积为 1.37 km², 占转出量的 39.38%, 同时有 49.61%的中度植被覆盖和 44.71%的高度植被覆盖转入中高度植被中, 面积分别为 1.64 km²、1.48 km²。高度植被覆盖度转出面积小于转入面积, 减小了 0.63 km², 由高等级至低等级转出面积和转入面积都逐渐减小, 主要为中高度植被覆盖度和高度植被覆盖度面积的频繁转换, 高度植被覆盖像中高度转出 1.48 km², 反之, 中高度植被覆盖向高度植被覆盖转入 1.99 km²。总体来看, 2003 年到 2010 年植被覆盖等级总转入面积为

9.25 km²，主要是中高度植被覆盖度 3.31 km²、中度植被覆盖度 2.41 km²、高度植被覆盖度 2.38 km²；总转出面积为 9.25 km²，主要转入为中高度植被覆盖度 3.48 km²、中度植被覆盖度 2.53 km²、高度植被覆盖度面积 1.75 km²。低度、中低度、中度、中高度植被覆盖面积减少，高度植被覆盖面积增加。

Table 3. FVC transition matrix of Qianshan scenic area from 2003 to 2010 (km²)

表 3. 2003~2010 年千山风景区植被覆盖等级转移矩阵(km²)

2003 年	2010 年						转存量
	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	合计	
I 级	1.17	0.24	0.15	0.05	0.03	1.65	0.48
II 级	0.18	0.39	0.65	0.14	0.04	1.40	1.01
III 级	0.13	0.45	2.92	1.64	0.32	5.46	2.53
IV 级	0.04	0.08	1.37	3.55	1.99	7.03	3.48
V 级	0.01	0.02	0.24	1.48	5.69	7.44	1.75
合计	1.53	1.18	5.33	6.86	8.07	22.97	
转入量	0.36	0.79	2.41	3.31	2.38		

由表 4 可知,2010 年到 2017 年各植被覆盖度等级未发生变化面积约占总面积的 45.53%,相比 2003~2010 年减少了 13.97%,其中变化幅度较大的是中高度和高度植被覆盖度等级。具体来看,低度植被覆盖度变化相对较小,面积增加了 0.67 km²,转入面积为 1.35 km²,主要向中度植被覆盖度转移 0.71 km²,其次为向中低度植被覆盖度转移 0.52 km²,低度植被覆盖度的转出面积从高等级至低等级逐渐减少。中低度植被覆盖面积增加程度最大,增加了 1.75 km²,主要转入来自中度植被覆盖,占据 89.68%,同时主要转出量来自中低度植被覆盖,占据 59.42%。中度植被覆盖面积增加了 1.21 km²,主要转入面积来自中高度植被覆盖 3.22 km²,占比为 73.36%,是 2010~2017 年转移量最大的面积,转出面积主要是向中低度植被和低度植被覆盖的逆向转移,转移分别占 57.06%、22.27%。中高度植被覆盖面积减少了 1.17 km²,主要来自向中度植被覆盖的逆向转出,面积为 3.22 km²,占转出面积的 73.43%。同时高度植被覆盖向中高度、中级植被覆盖分别转入 2.56 km²、0.48 km²。高度植被覆盖面积减少了 2.47 km²,各等级转出面积按低等级到高等级逐渐增加,主要部分来自中高级植被覆盖,占据 76.48%。高度植被覆盖的转入面积同样按照低等级至高等级逐渐增加,主要来自中高度植被覆盖,面积为 0.62 km²,占转入量的 70.99%。总体来看,2010~2017 年植被覆盖度总转入量为 12.47 km²,相比 2003~2010 年增加了 34.79%,大部分转入量来源于中度植被覆盖 4.39 km²、中高度植被覆盖 3.23 km²和中低度植被覆盖 2.61 km²;植被覆盖等级总转出量为 12.4779 km²,相比 2003~2010 年增加了 34.91%,主要来源于中高度植被覆盖 4.40 km²、高度植被覆盖 3.35 km²和中度植被覆盖 3.18 km²。

Table 4. FVC transition matrix of Qianshan scenic area from 2010 to 2017 (km²)

表 4. 2010~2017 年千山风景区植被覆盖等级转移矩阵(km²)

2010 年	2010 年						转存量
	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	合计	
I 级	0.85	0.27	0.27	0.10	0.04	1.53	0.68
II 级	0.52	0.31	0.21	0.09	0.05	1.18	0.87

Continued

III 级	0.71	1.82	2.15	0.48	0.17	5.33	3.18
IV 级	0.09	0.46	3.22	2.46	0.62	6.86	4.40
V 级	0.03	0.06	0.69	2.56	4.73	8.07	3.35
合计	2.20	2.92	6.54	5.69	5.61	22.98	
转入量	1.35	2.61	4.39	3.23	0.88		

5.3. 基于 NDVI 差值的千山风景区改善程度

本研究通过 NDVI 差值指数分级方法，将不同年份的 NDVI 影像做差，有效地展示大尺度植被区域宏观趋势变化，定量研究千山风景区不同时相同一像元 NDVI 值变化情况，避免因直接观察 NDVI 指数过分关注细小的噪声带来影响[13]，具体公式如下：

$$\alpha = \text{NDVI}_b - \text{NDVI}_a \quad (3)$$

其中， α 表示 NDVI 差值， NDVI_b 表示末期 NDVI 指数， NDVI_a 表示初期 NDVI 指数， α 的取值范围[-2, 2]。依据千山风景区植被变化特征，将得出的 NDVI 差值分为严重退化区(-2 ≤ α ≤ -0.15)、轻度退化区(-0.15 ≤ α ≤ -0.05)、较稳定区(-0.05 ≤ α ≤ 0.05)、轻度改善区(0.05 ≤ α ≤ 0.15)和高度改善区(0.15 ≤ α ≤ 2)。基于 ArcGIS10.2 软件得到 2003~2010 年、2010~2017 年改善程度影像(图 2)。

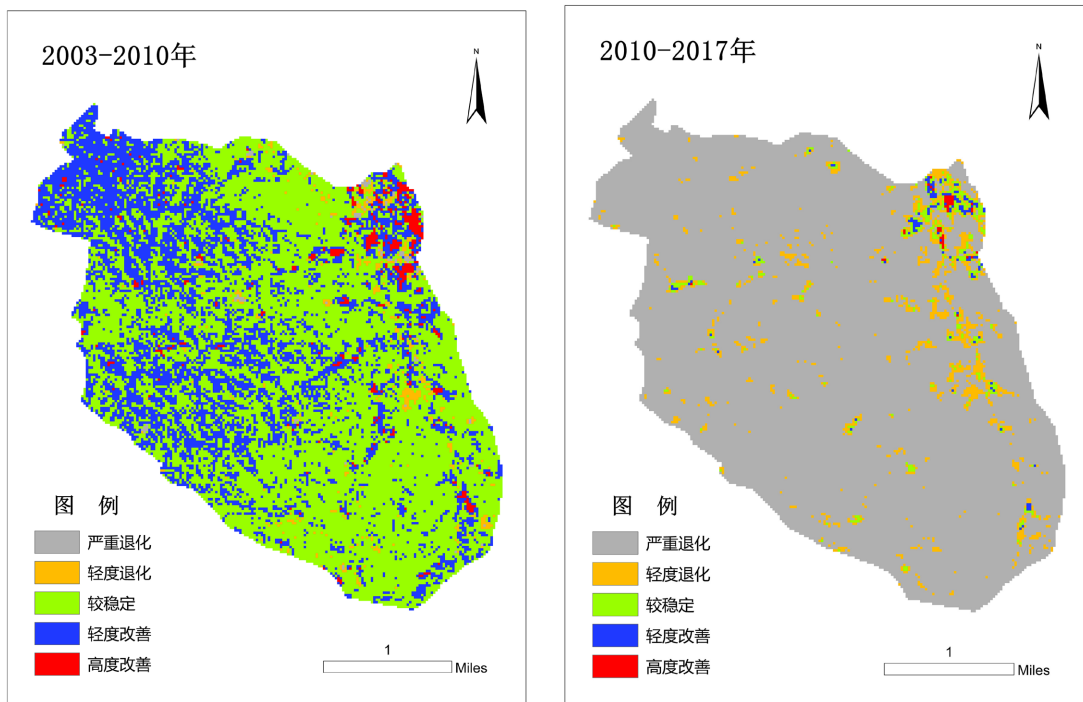


Figure 2. Degree of vegetation improvement in Qianhan scenic area from 2003 to 2017

图 2. 2003~2017 年千山风景区改善程度图像

由表 5 可得，2003~2010 年，大部分归一化植被指数数值较稳定，占总面积的 63%，其次轻度改善区域有 4.80 km²，占总面积的 20.86%，大部分位于千山风景区西北部和西部，呈块状分布。高度改善区域面积为 0.48 km²，占总面积的 2.08%，大多数位于于东北方向，呈斑块状分布。有 1.93% 的区域轻度退化，

面积为 0.44 km²，分布较零散。青岛风景区严重退化区域占据最少，面积为 0.09 km²，呈散点状分布，占总面积的 0.37%。2010~2017 年，千山风景区归一化植被指数严重退化区域面积最大，面积为 21.29 km²，约占总面积的 92.46%。其次轻度退化区域面积为 1.20 km²，占据总面积的 5.22%，呈图斑状分布，东部区域较集中。改善程度相对稳定区域约占总面积 1.61%，有 0.37 km²，集中分布在东北方向。轻度改善到高度改善区域面积逐渐减少，分别为 0.12 km² 和 0.04 km²，同样集中在千山风景区的东北方向，呈图斑状分布。总体来看，2003~2010 年，2010~2017 年千山风景区归一化植被指数差值变化显著，2010-2017 年研究区退化情况严重，相比 2003~2010 年增加了 21.96 km²，同时稳定区域减少了 14.14 km²，改善区域也减少了 5.12 km²。

Table 5. The area and proportion of improvement in Qianhan scenic area from 2003 to 2017 (km²)

表 5. 2003~2017 年千山风景区改善程度面积占比(km²)

	2003~2010 年		2010~2017 年	
	面积	占比	面积	占比
严重退化	0.09	0.37%	21.29	92.46%
轻度退化	0.449	1.93%	1.20	5.22%
较稳定	14.51	63.02%	0.37	1.61%
轻度改善	4.80	20.86%	0.12	0.53%
高度改善	0.48	2.08%	0.04	0.18%

6. 结论与展望

本文以 2003 年和 2010 年的 Landsat 5 TM 影像和 2017 年 Landsat 8 OLI 为数据源，基于归一化植被指数(NDVI)，利用 ENVI5.1 计算三个时相的 NDVI 值，依据像元二分原理进一步计算出植被覆盖度(VFC)，得到千山风景区植被覆盖分级图，并结合研究区植被特征，得出 2000~2017 年千山风景区植被覆盖各等级的时空分布变化情况，本文主要结论如下：

1) 从归一化植被指数上来看，2003 年 NDVI 均值为 0.56，2010 年 NDVI 均值为 0.60，2017 年 NDVI 均值为 0.39，2003~2017 年总体为下降趋势，共下降了 0.18。据计算，2003~2017 年 NDVI 的极值变化也表现了同样的趋势，并且 NDVI 极值波动范围总图上看逐年减小。

2) 从植被覆盖度上看，2003~2017 年，低度和中低度植被覆盖等级都与中度、中高度和高度植被覆盖等级相差较大，2003 年和 2010 年千山风景区所占面积最大的都是高度植被覆盖等级，占比都在 30% 以上，而 2017 年中度植被覆盖等级所占面积最大，所占比例约为 28%。14 年内千山风景区低度、中低度、中度植被覆盖度面积呈增加趋势，分别增加了 0.5481 km²、1.5372 km²、1.0485 km²，增幅分别为 33%、105%、20%，中高度、高度植被覆盖面积呈减小趋势，分别减小了 1.3347 km²、1.7991 km²，减幅为 19%、24%。

3) 从转移矩阵上看，千山风景区不同时相、不同植被覆盖度等级相互转移变化较为明显，2003~2017 年未发生转移变化的面积逐年减少，变化最大的是中高度植被覆盖等级。2003~2010 年主要是是中度、中高度和高度植被覆盖度的相互转移，2010~2017 年中低度、中度、中高度和高度植被覆盖等级间相互转移较为频繁，发生变化的区域主要分布在千山风景区的西北部、中部以及东南部。由此可见，近 14 年内低度、中低度、中度植被覆盖呈增加趋势，中高度、高度植被覆盖呈减小趋势。

4) 从 NDVI 差值上看，2003~2010 年千山风景区改善情况较好，改善面积约占 23%，退化面积约占 2%，而 2010~2017 年千山风景区改善程度大幅下降，退化面积约占 98%，改善面积仅占 1%。

利用归一化植被指数和植被覆盖度研究千山风景区植被动态变化,对千山风景区今后环境发展,环境评估具有一定意义,但也存在一定的不足,未从地形因子(坡度、坡向等),大气等多方面对植被调查研究,获取影像数据较少,在时间范围上存在局限性,多种计算方法的精度误差对千山风景区的影响。

参考文献

- [1] 王磊,王杰,等.南充市辖区近15年植被覆盖度变化特征[J].生态科学,2019,38(1):159-167.
- [2] 彭文甫,王广杰,周介铭,等.基于多时相Landsat5/8影像的岷江汶川-都江堰植被覆盖动态监测[J].生态学报,2016,36(7):1975-1988.
- [3] 胡岫,刘骏,毛学刚.中国东北地区2007-2010年植被覆盖度及其变化[J].东北林业大学学报,2017,45(7):45-50.
- [4] 李苗苗.植被覆盖度的遥感估算方法研究[D].[硕士学位论文].北京:中国科学院研究生院,2003:1-111.
- [5] 王宇.1990年以来五台山自然保护区植被状况的时空变化分析[D].[硕士学位论文].晋中:山西农业大学,2018:1-41.
- [6] 刘子潇,颜悦.天津地区植被覆盖度的遥感估算及其动态变化研究[J].城市勘测,2019(3):115-120.
- [7] 宋鑫,李薇,刘洪洋,等.大连市河岸带植被覆盖监测[J].地理空间信息,2019,17(12):91-120.
- [8] 刘海超.基于RS和GIS的广东省植被覆盖度动态变化研究[D].[硕士学位论文].广州:华南农业大学,2015:1-46.
- [9] 韦立华.试论千山风景区的资源保护[J].辽宁林业科技,2008(1):53-55.
- [10] 周阳.鞍山市千山风景区旅游开发研究[J].旅游纵览,2014(10):165-167.
- [11] 郭妮.植被指数及其研究进展[J].干旱气象,2003,21(4):71-75.
- [12] 李苗苗,吴炳芳,颜长珍,等.密云水库上游植被覆盖度的遥感估算[J].资源科学,2004,26(4):153-159.
- [13] 李晓婷,贾宝全.基于MODIS的眉山市植被指数变化及原因分析[J].中国城市林业,2018,16(1):11-16.