

## 基于像元二分模型的开都河流域下游绿洲植被动态变化

陈楠<sup>1,2</sup>,李新国<sup>1,2\*</sup>,刘彬<sup>3</sup>

1. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054
2. 新疆干旱区湖泊环境与资源实验室, 新疆 乌鲁木齐 830054
3. 新疆师范大学 生命科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830054

**摘要:** 本文以三个不同时期 Landsat TM 遥感影像为主要数据源, 采用像元二分模型和重心迁移模型对 1990~2010 年间开都河流域下游绿洲的植被覆盖情况进行分析。结果表明: (1) 1990~2010 年间开都河流域下游绿洲四种植被覆盖类型中, 极地植被覆盖和高植被覆盖区面积先增加后减少, 而低植被覆盖区和中植被覆盖区面积呈现先减少后增加的发展趋; (2) 1990~2010 年间开都河流域下游绿洲植被覆盖度总体上呈恢复趋势, 其中西北部以及南部植被改善较为明显, 而北部和西南部以及开都河下游中部植被有所退化; (3) 1990~2010 年间高植被覆盖类型和低植被覆盖类型重心迁移最为明显。

**关键词:** 像元二分模型; 重心迁移模型; 植被; 动态变化

**中图分类号:** Q948.15+6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2324(2017)02-0199-04

## Dynamic Changes of Vegetation Coverage in the Oasis of the Lower Reaches of Kaidu River Based on Dimidiate Pixel Model

CHEN Nan<sup>1,2</sup>, LI Xin-guo<sup>1,2\*</sup>, LIU Bin<sup>3</sup>

1. College of Geographic Sciences and Tourism/Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China
2. Xinjiang Laboratory of Lake Environment and Resources in Arid Zone, Urumqi 830054, China
3. College of Life Sciences/Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China

**Abstract:** Based on Landsat TM images during three periods, this paper selected the dimidiate pixel model and barycenter model to analyze the changes of vegetation coverage in the oasis of the lower reaches of Kaidu River Basin District from 1990~2010. The results showed that ares of the coverage in polar and high vegetation districts increased first and then decreased, the ares in low and middle vegetation districts cut down first and then increased. Changes in vegetation coverage showed to improve as a whole, only but this improvement was more obvious in northwestern and southern districts, it degraded in northern and southwestern districts. There was a obvious barycenter migration in the high and low vegetation coverage districts from 1990 to 2010.

**Keywords:** Dimidiate pixel model; Barycenter migration model; vegetation; dynamic changes

植被覆盖度主要是指植物的根部、枝干、叶子等投影到地上的面子占区域内植被总面积的百分比<sup>[1]</sup>。通常反映植被变化、生态环境研究等方面。测量植被覆盖度一般有遥感测量法和地面测量法, 地面测量法主要用在小范围测量, 遥感测量法则可以用于大范围测量, 是一种主要的测量手段<sup>[2-3]</sup>。在植被覆盖动态变化模型方面, 像元二分模型使用得较多, 由于模型比较简单, 所使用到的参数也比较容易获得, 所以应用很广<sup>[4]</sup>。大量学者通过遥感手段对植被覆盖变化已经有了大量研究, 例如刘玉安在研究淮河上游绿化工程时, 就采用了像元二分模型估算植被覆盖度, 其运算结果证明该模型有较高的精度<sup>[5]</sup>。Barbosaa 等人采用遥感技术对巴西东北部进行植被覆盖度预测, 形成了较为准确的动态预测数据<sup>[6]</sup>。本文主要是通过三个不同时间段的遥感数据, 利用像元二分模型分别计算植被覆盖度, 定性定量地分析开都河流域下游绿洲植被覆盖近 20 年变化, 揭示开都河流域下游绿洲 20 年植被面积的变化特点, 支出应改善的方向, 为开都河流域下游绿洲的可持续发展以及生态环境保护发挥科学指导作用。

### 1 研究区概况

**收稿日期:** 2016-10-09

**修回日期:** 2016-11-12

**基金项目:** 国家自然科学基金项目:新疆天山南坡中段种子植物区系特征及其垂直分布格局研究(31360039);国家自然科学基金项目:博斯腾湖西岸湖滨绿洲盐渍土剖面土壤性质演化及其高光谱响应(41661047)

**作者简介:** 陈楠(1990-),女,硕士研究生,主要从事资源环境遥感研究工作. E-mail:cn900627@sina.com

**\*通讯作者:** Author for correspondence. E-mail:online1xg@sina.com

开都河流域下游绿洲的地理位置处于新疆维吾尔自治区焉耆盆地，在行政上隶属于焉耆县、和静县、博湖县、硕县。该绿洲为人工绿洲，有着典型的干旱区特征<sup>[8]</sup>。在气候方面属于大陆荒漠性，常年气温较低，但最高气温和最低气温差距很大，而每年的降水量也很低，一般雨季为 6 至 8 月，其它月份很少降雨。该地区的风沙型地貌较为突出，自然植被多为以怪柳为主的灌木丛、多汁木本盐柴类植物、梭梭、芨芨草丛、沙拐枣和芦苇。人工植被主要有小麦、玉米、棉花、辣椒、番茄等。植被覆盖总面积为 3624 km<sup>2</sup>。

## 2 数据来源与方法

### 2.1 数据来源

采用的遥感影像数据为三个不同的时间段：第一个时间段为 1990 年 7 月，第二个时间段为 2000 年 8 月，第三个时间段为 2010 年 9 月。均选取研究区 6~9 月夏季期间，植被长势较好，云量均小于 10% 的遥感影像。能够充分反映出该区域的植被情况，所以相互之间的对比有很强的代表性。通过遥感影像处理软件对其三幅影像进行图像配准、几何校正等图像预处理操作。

### 2.2 研究方法

2.2.1 像元二分模型 该模型比较简单、实用，一般假设其像元构成仅是裸土和植被<sup>[10,11]</sup>。 $S_{veg}$  为像元都是植被纯覆盖信息，而混合像元的植被覆盖信息  $S_V$  是  $S_{veg}$  与其植被覆盖度  $F_c$  的乘积；同样道理， $S_{soil}$  为像元都是裸土纯覆盖信息，而混合像元的裸土覆盖信息  $S_g$  是  $S_{soil}$  与其裸土覆盖比度  $1-F_c$  的乘积。利用公式换算，得出植被覆盖度  $F_c$  公式如下： $F_c = S - S_{soil} S_{veg} - S_{soil}$  (1)

2.2.2 计算植被覆盖度 在计算过程中采用了归一化植被指数 (NDVI)，该指数主要用于植被生长情况的检验。有学者在研究中发现 NDVI 跟植被覆盖度的拟合度比较高<sup>[12]</sup>。所以结合像元二分模型和 NDVI 对植被覆盖度进行计算，其公式如下： $F_c = NDVI - NDVI_{soil} NDVI_{veg} - NDVI_{soil}$  (2)

在式 (2) 中， $NDVI_{veg}$  是植被全覆盖区域的 NDVI 值， $NDVI_{soil}$  是裸土全覆盖区域的 NDVI 值。结合影像的 NDVI 统计值，主要选择  $NDVI_{veg}$  和  $NDVI_{soil}$  作为遥感影像之间的最大值跟最小值。 $NDVI_{min}$  值取 NDVI 频率累计表上取频率为 5% 的值， $NDVI_{max}$  值取 NDVI 频率累计表上取频率为 95% 的值。公式 (2) 可转化为： $F_c = NDVI - NDVI_{min} NDVI_{max} - NDVI_{min}$  (3)

2.2.3 植被覆盖等级划分 结合前人分级标准以及野外实地调研。制定开都河流域下游绿洲植被覆盖等级。如表 1 所示。

表 1 植被覆盖等级划分表  
Table 1 The classification for vegetation coverage

植被覆盖度 Vegetation coverage	植被覆盖类型 Types of vegetation	描述 Description
$F_c < 0.1$	极低植被覆盖区	戈壁、荒漠、裸地等
$0.1 < F_c < 0.3$	低植被覆盖区	零星植被、稀疏林地等
$0.3 < F_c < 0.6$	中植被覆盖区	中等郁闭灌木林地、草地、耕地等
$0.6 < F_c < 1$	高植被覆盖区	密灌木地、密林地、耕地等

2.2.4 植被覆盖动态变化分析 利用差值法对每个年份产生的植被覆盖度变化进行量化，其中  $\Delta F_y$  为变化值，公式如下： $\Delta F_y = F_2 - F_1$  (4)

式中， $F_1$  和  $F_2$  分别为前一时期和后一时期的植被覆盖度等级， $\Delta F_y$  为后一时期相对于前一时期的植被覆盖度变化量，其变化程度通过植被覆盖度差值表示，按以下式子划分：(1) 当  $\Delta F_y = -1$  时记为退化；(2) 当  $\Delta F_y = 0$  时记为不变；(3) 当  $\Delta F_y = 1$  时记为改善。

2.2.5 植被覆盖重心迁移模型 前人引用人口地理学中的人口分布重心原理，利用重心迁移对土地利用、沙漠化程度以及经济和人口等重心变化进行计算统计<sup>[13,14]</sup>，分析其在空间上的变化特征。本文采用重心迁移模型计算不同程度植被覆盖度土地分布的重心，计算公式如下：

$$X_t = i = \ln C_{ii} \times X_{ii} / i = \ln C_{ii} \quad (5)$$

$$Y_t = i = \ln C_{ii} \times Y_{ii} / i = \ln C_{ii} \quad (6)$$

式(5)~(6)中： $X_t$ 、 $Y_t$  是第  $t$  年植被覆盖重心经纬度的坐标； $n$  是第  $t$  年植被覆盖土地的斑块数， $C_{ii}$  是第  $t$  年植被覆盖第  $i$  个斑块的面积； $X_{ii}$ 、 $Y_{ii}$  是第  $t$  年植被覆盖土地第  $i$  个斑块的几何重心坐标。

### 3 结果与分析

#### 3.1 不同植被类型面积变化

由公式 3 以及结合植被覆盖度等级划分标准 (表 1) 绘制出 1990、2000、2010 年四种植被覆盖类型的面积统计图 (图 1)。

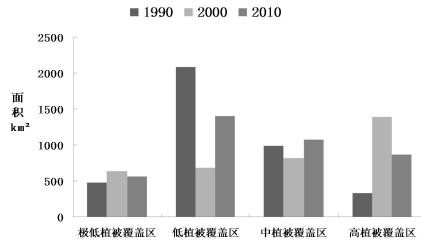


图 1 研究区植被覆盖度不同类型面积统计

Fig.1 Areas of vegetation coverage with different types in the studied districts

由图 1 可知, 从 1990 至 2010 年, 四种不同植被覆盖度发生了较大的变化, 其中极地植被覆盖和高植被覆盖区面积均呈现先增加后减少的趋势, 而低植被覆盖区以及中植被覆盖区的覆盖面积则是开始减少, 后面增加。说明在 1990~2000 年研究区植被覆盖状况呈现较为良好的态势。到 2010 年, 研究区植被表现出退化趋势, 低植被覆盖区面积明显增加。

#### 3.2 不同类型植被覆盖度转移矩阵分析

为了更好反映研究区 20 年间植被覆盖的变化趋势, 建立了两个时间段的植被覆盖转移矩阵, 定量描述研究区植被覆盖度的动态变化特征, 如表 2 和表 3 所示。

表 2 1990~2000 年植被覆盖的转移矩阵

Table 2 Transfer matrix of vegetation coverage from 1990 to 2000

	1990							
	极低植被覆盖区		低植被覆盖区		中植被覆盖区		高植被覆盖区	
	Very low vegetation		Low vegetation		Middle vegetation		High vegetation	
	面积(km <sup>2</sup> )	转移率(%)	面积(km <sup>2</sup> )	转移率(%)	面积(km <sup>2</sup> )	转移率(%)	面积(km <sup>2</sup> )	转移率(%)
	Area	Transfer rate	Area	Transfer rate	Area	Transfer rate	Area	Transfer rate
极低植被覆盖区	169.84	40.77	401.57	21.64	40.35	4.40	11.35	6.22
低植被覆盖区	71.31	17.12	435.16	23.45	135.97	14.82	29.46	10.42
中植被覆盖区	62.05	14.90	422.14	22.75	268.23	29.23	59.62	21.08
高植被覆盖区	113.36	27.21	596.97	32.17	472.94	51.55	182.36	64.49

表 3 2000~2010 年植被覆盖转移矩阵

Table 3 Transfer matrix of vegetation coverage from 2000 to 2010

	2000							
	极低植被覆盖区		低植被覆盖区		中植被覆盖区		高植被覆盖区	
	Very low vegetation		Low vegetation		Middle vegetation		High vegetation	
	面积(km <sup>2</sup> )	转移率(%)	面积(km <sup>2</sup> )	转移率(%)	面积(km <sup>2</sup> )	转移率(%)	面积(km <sup>2</sup> )	转移率(%)
	Area	Transfer rate	Area	Transfer rate	Area	Transfer rate	Area	Transfer rate
极低植被覆盖区	344.08	54.08	97.78	14.38	15.37	1.87	13.65	3.51
低植被覆盖区	194.21	30.52	351.74	51.72	340.64	41.47	388.28	28.02
中植被覆盖区	45.76	7.19	117.85	17.33	256.51	31.23	548.58	39.58
高植被覆盖区	52.22	8.21	112.76	16.58	208.84	25.43	435.37	31.41

由表 2 可知, 1990~2000 年间, 极低植被覆盖区、低植被覆盖区和中植被覆盖区三种植被覆盖度向高植被覆盖区转移为主。总体来看, 1990~2000 年植被覆盖的正向转移比负向转移程度大, 植被的恢复状况较为良好。由表 3 可知, 2000~2010 年植被覆盖度转移趋势与 1990~2000 年相比呈现下降趋势, 次级覆盖区向高级覆盖区转移率明显下降, 说明植被退化较为严重, 导致植被退化原因可能是由于研究区的自然条件和人为作用共同影响下产生的。

#### 3.3 植被覆盖空间变化分析

利用差值法结合公式 3 计算得到开都河下游绿洲 20 年面积变化表 (表 4) 并绘制植被覆盖空间变化图 (如图 2)。可知开都河下游绿洲植被变化类型中除保持不变外改善类型占主要部分, 而在开都河下游中部地区以及博斯腾湖北岸植被覆盖表现出明显的退化现象。

表 4 1990~2010 年植被覆盖度等级面积变化

变化类型	改善	不变	退化
Types	Improvement	Invariability	Degeneration
面积 km <sup>2</sup>	1458.76	1477.64	968.14
比例%	37.36	37.84	24.80

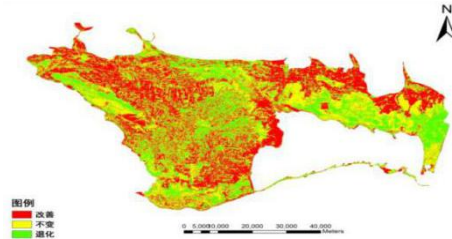


图 2 研究区 1990~2010 年植被覆盖变化的空间差

Fig.2 Spatial difference of vegetation coverage changes in the studied area from 1990 to 2010

利用重心迁移模型对不同植被覆盖类型的重心坐标进行计算, 植被覆盖类型的空间分布自西向东依次为“极低植被覆盖→中植被覆盖→高植被覆盖→低植被覆盖”。1990~2000 年间, 极低植被覆盖类型和中植被覆盖类型重心向西北方向迁移, 低植被覆盖重心的偏移方向为东南方。高植被覆盖重心的偏移方向为东北方, 迁移距离最大。2000~2010 年极低植被覆盖类型和高植被覆盖类型重心偏移方向相同, 均向东北方向迁移, 但迁移距离不大。而低植被覆盖类型和中植被覆盖类型重心点出现明显的迁移, 分别向西北方向和东南方向迁移。各种植被覆盖重心迁移方向与其空间的分布趋势大致相同。因此, 通过重心迁移模型和植被覆盖度空间变化的有机结合, 能够定量地、定性地、直观的描述研究区植被覆盖度的空间变化规律。

#### 4 结论

通过上述分析可以得出:

(1) 从三期不同时期遥感影像得出, 近 20 年研究区四种植被覆盖类型中, 极地植被覆盖和高植被覆盖区面积先增加后减少, 而低植被覆盖区和中植被覆盖区面积呈现先减少后增加的发展趋。

(2) 开都河流域下游绿洲 1990~2010 年 20 年来植被覆盖度总体上呈恢复趋势, 其中西北部以及南部植被改善较为明显, 而北部和西南部以及开都河下游中部植被有所退化。

(3) 1990~2010 年间高植被覆盖类型和低植被覆盖类型重心迁移最为明显。

#### 参考文献

- [1] 梁一民,黄土高原植被建设[M].西安:陕西科学技术出版社,2003:92
- [2] 邓朝平,郭 妮,王介民,等.近 20 余年来西北地区植被变化特征分析[J].冰川冻土,2006,28(5):686-693
- [3] Lambin EF, Baulies X, Bockstael N, *et al.* Land use and land cover change: Implementation strategy[M].Stockholm: IGBP,1999:175
- [4] 李苗苗,吴炳方,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
- [5] 刘玉安,黄 波,程 涛,等.基于像元二分模型的淮河上游植被覆盖度遥感研究[J].水土保持通报,2012,32(1):93-97
- [6] Barbosa HA, Huete AR, Baethgen WE. A 20-year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil[J]. Journal of Arid Environments, 2006,67(2):288-307
- [7] 李新国,樊自立,任云霞,等.开都河下游绿洲盐渍化土壤特征研究[J].干旱区资源与环境,2011,25(11):157-160
- [8] 艾合买提·那由甫,李卫红,徐海量.塔里木河中游土壤分布规律及其特征研究[J].干旱区资源与环境,2005,19(1):149-153
- [9] 陈爱京,傅玮东,肖继东,等.基于像元二分模型的和布克赛尔县植被覆盖动态变化分析[J].草业科学,2012,29(6):858-862
- [10] 李根明,董治宝,孙 虎,等.基于 3S 的豫北内黄县近 30 年来植被覆盖变化研究[J].地域研究与开发,2010,29(4):127-144
- [10] 庞吉林,张克斌,乔 娜,等.基于RS的盐池县近10年植被覆盖度动态变化研究[J].水土保持研究,2012,19(4):113-121
- [11] 曹永翔,刘小丹,张克斌,等.青海省都兰县察汗乌苏绿洲植被覆盖度变化研究[J].中国沙漠,2011,31(5):1267-1272
- [12] 玛丽艳·阿西穆,塔西甫拉提·依拜,买买提·沙吾提,等.基于Markov模型的植被覆盖动态变化预测研究[J].水土保持研究,2013,20(1):121-125
- [13] 段翰晨,王 涛,薛 娟,等.科尔沁沙地沙漠化时空演变及其景观格局--以内蒙古自治区奈曼旗为例[J].地理学报,2012,67(7):917-928
- [14] 刘雅轩,张小雷,雷 军,等.近30年来新疆经济重心转移路径[J].干旱区地理,2009,32(3):472-476