

# 单一景观类型时空变化分析方法 ——以酒泉盆地绿洲化为例

马宗义<sup>1,2</sup>, 颜耀文<sup>1</sup>, 余 林<sup>1,2</sup>, 赵 虹<sup>1</sup>, 高 桥<sup>2</sup>, 钱 富<sup>2</sup>

(1. 兰州大学西部环境教育部重点实验室, 兰州 730000; 2. 中国人民解放军94891部队, 苏州 215157)

**摘 要:**受单一土地利用动态度模型的启发,本文提出了格网化单一景观类型变化率模型,较好地反映了单一景观类型在研究时段内的变化情况。在此基础上又提出累积变化率和时空变化指数模型,用于描述单一景观类型在长时间序列中的空间变化,并以中国西部酒泉盆地1963-2009年间的绿洲化过程为例对模型进行了检验。结果表明:①格网化单一景观类型变化率模型,可以很好地反映期初和期末单一景观类型的局部细微变化,包括变化速度和空间分布情况;②累积变化率综合了中间各期数据的影响,可以较好地刻画较长时间序列中单一景观类型的变化幅度及其空间分布情况;③时空变化指数能够反映单一景观类型的变化模式,进一步描述了变化过程的特点和趋势;④3个模型的综合运用,可对单一景观类型的时空变化过程及其特征做出比较全面的描述和刻画。

**关 键 词:**单一景观类型;时空变化;格网化;时间序列;酒泉盆地

## 1 引言

目前对景观类型进行长时间序列变化过程的研究,大多采用指数模型进行,如土地利用动态度模型、土地利用程度变化模型、转移矩阵、景观指数等<sup>[1-7]</sup>。但这些模型几乎都是针对多种景观类型设计的,不能在单一景观类型变化研究中很好地应用,而且这些模型基本上采用“两点一线”的研究思路,即只局限在研究初期、研究末期,不能反映长时间序列多期数据的变化情况,无法体现中间各期数据对景观类型变化的影响。国内也有学者借助地学信息图谱技术,对区域土地利用变化过程进行研究<sup>[12-16]</sup>,但最多的仅用了4期数据,对于更多期数据的分析,则会因为图谱库庞大而无法进行。对于单一景观类型变化的研究,通常使用单一土地利用动态度<sup>[17]</sup>来反映区域总体数量变化特征,但不能反映长时间序列的变化情况;而在空间分布上的变化,多利用重心迁移模型<sup>[18-20]</sup>采用一个点代表整体进行空间位置的描述,忽略了细节的变化,也不能很好地反映景观类型在长时间序列中空间分布的变化情况。刘明亮等<sup>[21]</sup>基于1 km格网对中国土地利用/

覆盖复杂程度进行了研究,本文借鉴其格网化的思想,拟在单一土地利用动态度的基础上,提出基于格网化思想的单一景观类型变化率模型,以期对变化的时空细节都有较好的描述。同时试图以累积变化率和时空变化指数模型对长时间序列的时空变化过程进行描述,并以酒泉盆地绿洲为例,对模型应用效果进行检验。

## 2 模型构建

### 2.1 格网化单一景观类型变化率

景观类型变化研究,一般是在一定的时间序列中进行分析。通常在选取始末时间后,对景观类型在这一时段内的变化进行研究。单一景观类型变化率通常采用单一土地利用动态度模型<sup>[22]</sup>来表示,其形式如式(1)所示:

$$K = \frac{S_b - S_a}{S_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $S_a$ 、 $S_b$  分别为研究期初及研究期末某一种土地利用类型的数量;  $T$  为研究时段长。当  $T$  设定为年时,  $K$  则为研究时段内某一土地利用类型的年

收稿日期:2012-06; 修订日期:2012-08.

基金项目:国家自然科学基金项目(91025010);国家科技支撑计划项目(2012BAC19B09)。

作者简介:马宗义(1985-),男,回族,兰州人,硕士研究生,主要从事GIS建模与环境遥感研究。E-mail: mazy\_10@lzu.edu.cn

通讯作者:颜耀文(1969-),男,甘肃甘谷人,博士,教授,研究方向为地图学与环境遥感。E-mail: xieyw@lzu.edu.cn

变化率。对于长时间段的研究,只能采用多次运算,获取多个  $K$  值来反映其变化,而且只反映区域总体的变化情况。由于模型对于时间变量的处理偏于简单,只能反映研究时段  $T$  内的算术平均。如果将其用于计算年变化率,则其隐含着土地利用类型年变化的线性假设<sup>[1]</sup>。

受此指数启发,如果利用格网化手段,将指数运行的范围缩小到格网单元内,通过对覆盖整个研究区的所有格网进行指数运算就可以反映单一景观类型的空间变化。考虑到研究初期某些格网内该类景观面积可能为0的情况,用格网单元面积  $S_{grid}$  代替(1)式中分母上的  $S_a$ ,则式(1)变为式(2)的形式:

$$K_{grid_{T_1-T_2}} = \frac{S_b - S_a}{S_{grid}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:  $S_a$ 、 $S_b$  分别为研究期初、期末格网内某类景观类型的面积;  $S_{grid}$  为格网单元面积;  $T_1$ 、 $T_2$  为研究初期和研究末期时间;  $K_{grid}$  表示格网内两期景观类型变化的面积占格网总面积的百分比,即研究时段内景观类型的变化率,不仅反映格网单元内景观类型的变化情况,而且其空间分布也反映了景观变化的空间分布情况。

进一步对  $K_{grid_{T_1-T_{N+1}}}$  在长时间序列中进行统计,可以构建出累积变化率( $CK_{grid}$ ),其形式为式(3):

$$CK_{grid} = \sum_{i=1}^{N-1} |K_{grid_{T_i-T_{i+1}}}| \quad (3)$$

式中:  $N$  为选用的景观类型样本年份数。  $CK_{grid}$  综合考虑了各期数据的影响,可反映长时间单一景观类型的变化情况。其值越大,说明景观类型变化越剧烈,越接近于0,说明景观越稳定。

## 2.2 时空变化指数

对于长时间序列多期景观的变化以及各期数据对变化的影响,构建出时空变化指数(Spatial and Temporal Variation Index, STVI)进行描述。

$$STVI_{T_i-T_j} = \sum_{k=1}^N \frac{S_{T_k}}{S_{grid}} \times \frac{1}{N} \quad (4)$$

式中:  $T_i$ 、 $T_j$  分别为研究时段的始末时间;  $k$  为  $T_i$  -  $T_j$  期内  $N$  期景观类型数据,  $k=1, 2, \dots, N$ ;  $S_{T_k}$  为栅格单元内第  $k$  期单一景观类型的面积。  $STVI$  的变化能够反映单一景观类型空间分布的变化以及发展趋势,  $STVI$  依次增大说明该类型景观呈现增长趋势,反之,则说明其发生了收缩;如果  $STVI$  波动变化,则说明景观发展过程为波动状态。

格网单元的选取尤为重要,要结合景观类型数据分辨率进行选择。格网单元过大,将会忽略变化的细节部分,而格网单元过小,虽能详细地反映变化的情况,但运算量会急剧增加。本文选用  $30\text{ m} \times 30\text{ m}$  的格网单元进行运算。

## 3 数据来源及处理

本文所用的数据为从多源遥感数据提取的绿洲空间分布矢量数据。其中,1963、1968年的数据从美国 KeyHole 卫星相片提取,1973、1977年的数据从 MSS 遥感影像提取;1980年的数据从 KATE-200 卫星相片提取,1986、1990、1993、1996、1999、2002、2006、2009年数据从 Landsat TM/ETM+ 遥感影像提取。

为了最大限度地反映绿洲边界的特征,选择了夏季6-9月绿洲最为繁荣时期的遥感影像。所有影像都经过了一系列的预处理,如几何精纠正、大气校正、图像增强、多波段合成、镶嵌和裁剪等。

绿洲包括植被,以及植被内部的河流水系、水库以及居民点<sup>[23]</sup>。根据数据源的不同,提取时采用了不同的方法。对于卫片以及 MSS 遥感影像,采用面向对象的图像分割法进行提取;对于 Landsat TM/ETM+ 遥感影像,则采用阈值法对植被部分进行自动提取<sup>[24]</sup>。两者都存在对居民点和水体部分的漏提现象,因此采用人工目视解译的方法进行了填补。对于自动提取生成的十分破碎但又是成片分布的图斑进行了合并处理,但对面积小于  $10000\text{ m}^2$  且零星分布的图斑,则根据“绿洲必须保持一定的面积规模”的特点进行了删除。对于一些误分或漏分的绿洲,则进行了人工调整,以保证绿洲边界提取的精度。

## 4 模型验证及评价

在绿洲数据的基础上,通过叠置分析,获得13期绿洲面积的变化情况,在覆盖绿洲的  $30\text{ m} \times 30\text{ m}$  格网单元内对模型指数进行计算,对长时间序列中绿洲空间分布的变化进行分析,并制作绿洲空间分布和时空变异图。

### 4.1 格网化单一景观类型变化率及其空间变化

利用 ArcGIS 软件对实验区13期绿洲数据统计  $K_{grid}$ ,以2002-2006年绿洲变化过程为例,对  $K_{grid}$  的







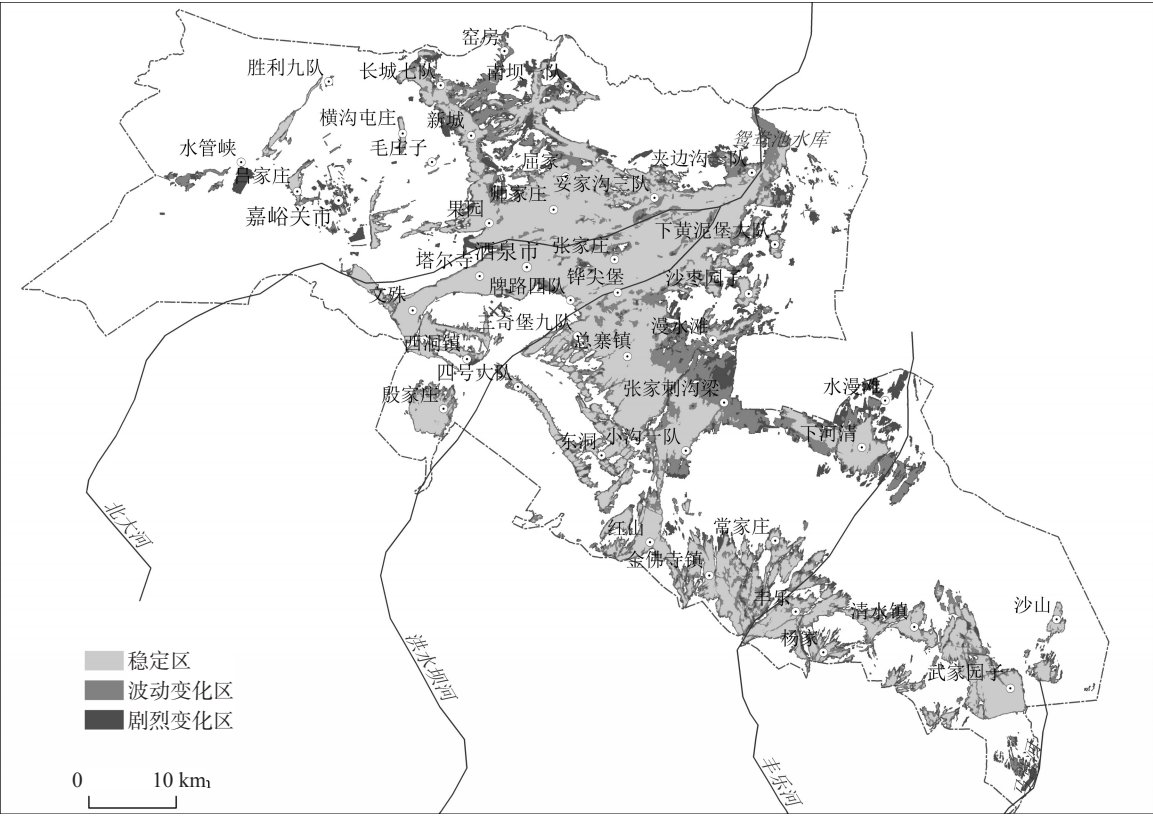
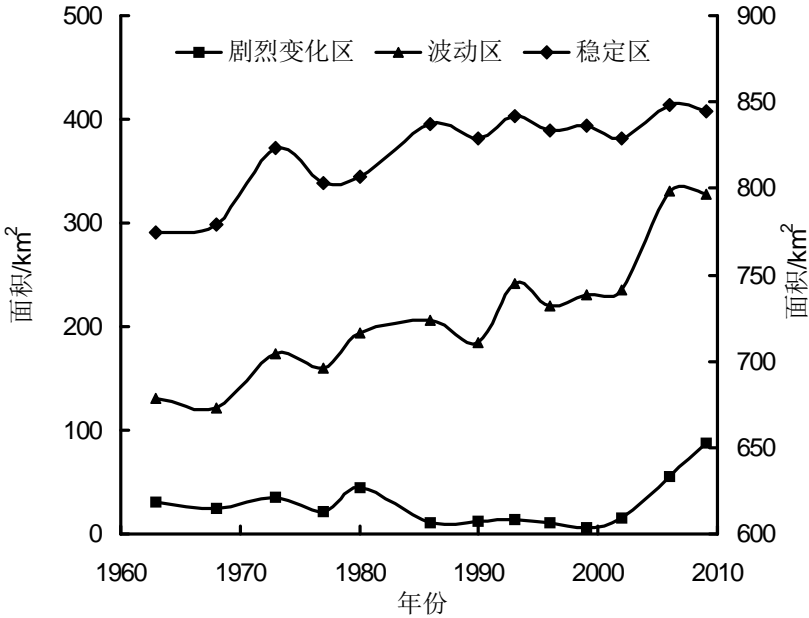


图 4 1963-2009 年间绿洲变化类型图

Fig.4 Map of three types of oasis changes in Jiuquan Basin from 1963 to 2009



注:左侧纵轴表示剧烈变化区和波动区的面积,右侧纵轴表示稳定区的面积。

图 5 1963-2009 年酒泉盆地三类绿洲面积变化

Fig.5 Trends of area changes for three types of oasis of Jiuquan Basin from 1963 to 2009

呈增长趋势,而在1973-1980年间出现了急剧下降,其余时间基本保持了增长。剧烈变化的绿洲规模较小,保持在 $5.6\sim 87.6\text{ km}^2$ 之间,分布在荒漠戈壁周边,河流下游,水分条件差的区域。1999年之前,其面积先下降,后保持稳定;1999年开始,快速增加。波动区的面积在 $121.8\sim 330.2\text{ km}^2$ 之间,基本分布在稳定区和剧烈变化区之间,而且一直处于增加趋势,2006年开始下降。

## 5 结论

格网化单一景观类型变化率模型以及累积变化率和时空变化指数模型为长时间序列变化研究提供了较好的研究手段,这一点从酒泉盆地绿洲化时空过程的实例研究可以得到证明。通过本文的研究,可以得出如下结论:

(1) 格网化单一景观类型变化率模型可以很好地反映研究期初和研究期末内单一景观类型的局部变化,包括变化速度和其空间分布。

(2) 累积变化率能够刻画长时间序列中单一景观类型的时空变化过程,能综合反映中间各期数据的影响,从而体现出时空变化的幅度及其空间分布情况。

(3) 时空变化指数能够反映单一景观类型变化的模式,进一步地描述了变化过程的特点和趋势;。

(4) 3个模型的综合运用可对单一景观类型的时空变化过程及其特征做出比较全面描述和刻画。

但是,上述方法中对累积变化率的求算,由于经过了绝对值处理而使其无法反映单一景观类型变化的方向性;对时空变化指数的求算,因只进行了样本年份数的平均而未考虑按不同步长进行累积处理,从而无法体现“变化的变化”这一更深层的信息。因此,对这些模型还有进一步改进和完善的必要,以期描述景观类型时空变化提供更加详尽的信息。

## 参考文献

- [1] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论. 地理学报, 2003, 58(5): 643-650.
- [2] 刘纪远,张增祥,庄大方. 二十世纪九十年代我国土地利用变化时空特征及其成因分析. 中国科学院院刊, 2003, 22(1): 1-12.
- [3] 庄大方,刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究. 自然资源学报, 1997, 12(2): 105-111.
- [4] 马明国,王雪梅,角媛梅,等. 基于RS与GIS的干旱区绿洲景观格局变化研究:以金塔绿洲为例. 中国沙漠, 2003, 23(1): 53-58.
- [5] Karnieli A, Gilad U, Ponzet M, et al. Assessing land cover change and degradation in the Central Asian deserts using satellite image processing and geostatistical methods. Journal of Arid Environments, 2008, 72(11): 2093-2105.
- [6] 刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析. 地理学报, 2009, 64(12): 1411-1420.
- [7] 侯西勇,徐新良. 21世纪初中国海岸带土地利用空间格局特征. 地理研究, 2011, 30(8): 1370-1379.
- [8] 程维明,周成虎,李建新. 天山北麓经济发展与绿洲扩张. 地理学报, 2002, 57(5): 561-568.
- [9] 叶庆华,刘高焕,田国良,等. 黄河三角洲土地利用时空复合变化图谱分析. 中国科学: D辑, 2004, 34(5): 461-474.
- [10] 叶庆华,陈锋,姚檀栋,等. 近30年来喜马拉雅山脉西段纳木那尼峰地区冰川变化的遥感监测研究. 遥感学报, 2007, 11(4): 511-520.
- [11] 矫树春,颜耀文. 近40年来民勤绿洲空间变化研究. 干旱区资源与环境, 2004, 18(8): 92-96.
- [12] 陈述彭,岳天祥. 地学信息图谱研究及应用. 地理研究, 2000, 19(4): 337-343.
- [13] 陈述彭. 地学信息图谱探索研究. 北京: 商务印书馆, 2001: 12-36.
- [14] 叶庆华,刘高焕,陆洲,等. 基于GIS的时空复合体:土地利用图谱模型研究方法. 地理科学进展, 2002, 21(4): 349-357.
- [15] 陈毓芬,廖克. 中国自然景观综合信息图谱研究. 地球信息科学, 2003, 3(3): 97-102.
- [16] 万江波,祝国瑞,彭秋苟. 土地利用信息图谱的研究及应用. 武汉大学学报: 信息科学版, 2005, 30(4): 355-358.
- [17] 朱会义,李秀彬,何书金,等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析. 地理学报, 2001, 56(3): 253-260.
- [18] 祝卓. 人口地理学. 中国人民大学出版社, 1991: 79-80.
- [19] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81-87.
- [20] 冯宗宪,黄建山. 1978-2003年中国经济重心与产业重心的动态轨迹及其对比研究. 经济地理, 2006, 26(2): 249-254.
- [21] 刘明亮,唐先明,刘纪远,等. 基于1 km格网的空间数据尺度效应研究. 遥感学报, 2001, 5(3): 183-189.
- [22] 刘纪远,刘明亮,庄大方,等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析. 中国科学: D辑, 2002, 32(12): 1411-1420.

1031-1040.

[23] 王涛. 干旱区绿洲化、荒漠化研究的进展与趋势. 中国沙漠, 2009, 29(1): 1-9

[24] Xie Y W, Li L L, Wang H Y, et al. The application of threshold methods for image segmentation in oasis vegetation extraction. 2010 .

**Models for Analysis of the Spatial–Temporal Changes of  
a Single–Type Landscape:  
A Case Study of Oasis–Making Process in Jiuquan Basin**

MA Zongyi<sup>1,2</sup>, XIE Yaowen<sup>1</sup>, YU Lin<sup>1,2</sup>, ZHAO Hong<sup>1</sup>, GAO Qiao<sup>2</sup>, QIAN Fu<sup>2</sup>  
(1. Ministry of Education Key Laboratory of Western China’s Environmental Systems,  
Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;  
2. 94891 Troops of PLA, Suzhou 215157, China)

**Abstract:** Inspired by the dynamic model for single land use, this paper proposes a grid-transformation model for single-type landscape change rate, which reflects well the changes of a single-type landscape in the time period of interest. The paper also puts forth the models for cumulative change rate and spatial and temporal variation index to describe the details of spatial-temporal changes of a single-type landscape in long time series. The models are tested by studying the oasis-making process of Jiuquan Basin in western China from 1963 to 2009. The results indicate: (1) the grid transformation model reflects well the local subtle changes of the single-type landscape for the beginning part and the ending part of the time period of the study, including speed and spatial distribution of the landscape change; (2) the cumulative change rate comprehensively integrates the influence of the data from each time period of the process, and well describes the amplitude and spatial distribution of the single-type landscape change in long time series; (3) the spatial-temporal variation index reflects the different form of the single-type landscape change, and can further describes characteristics and trends of the process of the change; (4) use of all three models provides the whole picture of the characteristics and the process of the single-type landscape change.

**Key words:** the single landscape; spatio-temporal change; grid transformation; time series; Jiuquan Basin

本文引用格式:  
马宗义, 颀耀文, 余林, 等. 单一景观类型时空变化分析方法: 以酒泉盆地绿洲化为例. 地理科学进展, 2012, 31(12): 1732-1738.