

沙地景观中矢量数据栅格化方法及尺度效应

崔步礼^{1,2,3,*}, 常学礼², 左登华³, 宋芙蓉³

(1. 地表过程与资源生态国家重点实验室 北京师范大学, 北京 100875; 2. 鲁东大学地理与规划学院, 山东烟台 264025;

3. 滨州学院地理旅游系, 山东滨州 256603)

摘要: 针对景观生态学研究中的数据转换(矢量数据转换为栅格数据)问题, 从斑块面积、周长、数量对转换方法及尺度的响应角度进行了详尽的分析。以库布齐沙漠地区的 2003 年 1:10 万的矢量数据为例, 转换尺度以 10m 为起点, 200m 为终点, 10m 为间隔, 利用最大面积值方法(RMA)和中心属性值方法(RCC)两种转换方法分别进行栅格化, 讨论了面积、周长、斑块数量对不同尺度及不同转换方法的响应, 同时还讨论了运算时间对转换方法及尺度的响应。得出了“30m 大小的转换尺度为最佳尺度, 最大面积值方法(RMA)优于中心属性值方法(RCC)”的结论。

关键词: 矢量数据; 栅格数据; 尺度效应; 沙地景观

文章编号: 1000-0933(2009)05-2463-10 中图分类号: Q149 文献标识码: A

Rasterizing vector data and its scaling effect for a sand landscape

CUI Bu-Li^{1,2,3,*}, CHANG Xue-Li², ZUO Deng-Hua³, SONG Fu-Rong³

1 State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

2 College of Geography and Planning, Ludong University, Yantai 264025, China

3 Department of Geography and tourism, Binzhou University, Binzhou 256603, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(5): 2463 ~ 2472.

Abstract: Scale issue is fundamental to all ecological investigations, and has become a central topic in ecology in recent decades with rapid development of digital technologies (remote sensing, GIS, etc.) and emergence of landscape ecology. Landscape indices are widely used in the study of landscape pattern change to describe landscape components and spatial distribution. Most of analyses on landscape pattern are based on grid data, which are always converted from vector data. In this data conversion process, scaling and the methods of scaling used are critical. Many researchers have studied the effects of different landscape indices, but most of these indices are calculated from algorithm among patch area, patch perimeter and patch numbers, and there are few studies about how to choose the suitable scales and methods for determining patch area, patch perimeter and patch numbers in the conversion from vector data to grid data.

This paper presents changes of patch area, patch perimeter and patch numbers under the different conversion methods and scales. It took landscape map of KuBuQi desert as an example, which was extracted by the interactive method between operators and GIS (geographic information system) software ArcView3.2. It analyzed the effect by using conversion methods, including the Rule of Maximum Area (RMA) and the Rule of Centric Cell (RCC), and conversion scale, which changed from 10 m to 200 m on the 10 m scale. And it also analyzed the time effect of calculation with different conversion methods and under Fragastats3.3 software.

The results show that the patch area, patch perimeter, patch numbers and calculation time have obvious scale-effect with conversion methods and scales changing. In the end, it concluded that based on the landscape map at the 1:100000

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2007BAC30B02); 国家科技攻关资助项目(2002BA517A-09-05); 滨州学院青年人才创新资助项目(BZXYQNLG200706)

收稿日期: 2008-01-08; 修订日期: 2008-07-23

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: cuibuli@163.com

scale, the appropriate scale for landscape index was 30 m, and the appropriate conversion method was the Rule of Maximum Area (RMA). The conclusions have implications for studying similar landscape regions in desert areas and for an improvement of the scale conversion method in landscape ecology.

Key Words: vector data; raster data; scale effect; sand landscape

尺度是生态学中的一个基本概念,也是生态学研究的核心问题之一,在学术界早已引起广泛关注^[1-5]。在景观生态学的空间分析中,由于栅格形式的 GIS 数据非常适合诸如空间叠加、空间相关和模拟、斑块最近距离、邻近指数和蔓延度等空间分析,因此,通常需要将矢量数据转化成栅格数据^[6,7]。但在矢量数据向栅格数据转换过程中,斑块面积、周长、形状以及斑块数量在不同的转换方法及尺度下,其数据信息的损失程度不同,从而会影响到景观指数的准确性^[8]。而在以往的景观生态学研究和应用中,几乎所有涉及到矢量向栅格数据转换的尺度问题都没有明确清晰的论述和充分量化^[6,7,9-11]。因此,通过综合定量分析不同的转换方法及尺度对数据损失、数据运算时间的影响,确定合理的转换方法及尺度是一个迫切需要解决的重要问题。

本研究以沙地景观为例,讨论了斑块面积、斑块数量和周长对转换方法及尺度的响应,同时结合不同转换尺度对应的数据在 Fragastats3.3 软件中计算景观指数的运算时间,得出矢量数据向栅格数据转换的最佳方法及尺度。旨在进一步完善景观生态学在沙地景观变化中的研究方法,为相关的景观生态学研究提供科学依据和参考。

1 研究区概况

研究区设在库布齐沙漠东北端的农牧交错区,地处 $E109^{\circ}52' \sim 110^{\circ}44'$, $N40^{\circ}07' \sim 40^{\circ}28'$,包括树林召、王爱召、白泥井和吉格斯泰 4 个乡镇,总面积为 1534.39km^2 ,在行政区划上隶属于内蒙古鄂尔多斯市的达拉特旗(图 1)。

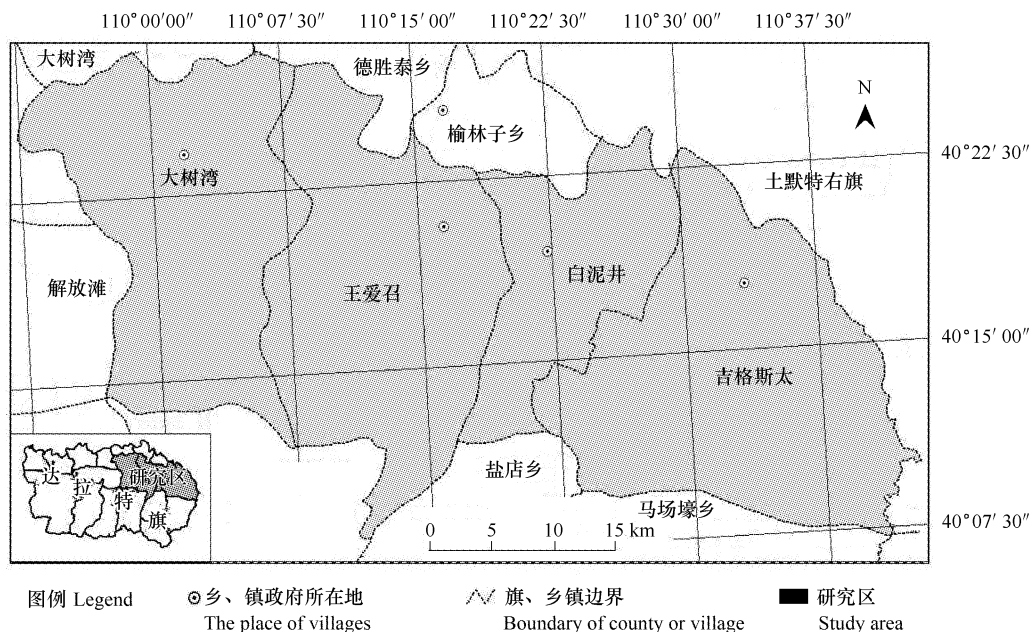


图 1 研究区位置示意图

Fig. 1 The position of study area

研究区地处温带干旱草原、荒漠草原过渡带,属典型的温带大陆性气候,大陆度 75%。干燥少雨,冬寒夏热,昼夜温差大。全年平均日照时数为 3142.2h,年平均气温 6.1°C ,7 月份最高为 22.9°C ,1 月份最低为 -13.7°C ,平均年变幅为 36.6°C 。年均降水量 305.9mm,主要集中在 7~9 月份。风沙灾害频繁,年均风速

3. 1m/s, 年均大风日数 23.4d。

土壤以栗钙土、风沙土、草甸土为主, 土壤肥力低, 质地粗, 结构松散, 遇有大风、强度降水、过度利用等外部条件影响, 都会引起风蚀沙化、草地退化等。该区域的主要植物种有柠条 (*Caragana korshinskii*)、油蒿 (*Artemisia ordosica*)、沙米 (*Agriophyllum squarrosum*)、冷蒿 (*Artemisia frigida*)、阿尔泰紫菀 (*Aster altaica*)、甘草 (*Glycyrrhiza uralensis*)、籽蒿 (*Artemisia salsoloides*)、木蓼 (*Atraphaxis frutescens*) 等灌木、多年生和 1 年生草本植物组成。

2 研究方法

2.1 研究区景观类型矢量图的生成

本文以 2003 年的 Landsat-TM 影像为数据源, 分辨率为 30m。首先在遥感处理软件 Erdas8.6 中进行几何校正, 根据野外调查及相关土地利用图、地形图建立解译标志, 利用地理信息系统软件 ArcView3.2 对影像进行人机交互解译; 在 ArcInfo9.0、Erdas8.6 等软件的支持下, 对解译数据进行拓扑、属性引导、剪切、投影转换等。在目视解译的过程中, 以地区地貌、土壤、植被覆盖度为标志, 同时考虑人类活动的影响, 将研究区的斑块类型分为 10 类: 耕地、固定沙丘、半固定沙丘、流动沙丘、草甸、河床、林地、居民地、湿地、水体。最后获得研究区各类斑块的矢量数据 (图 2)。

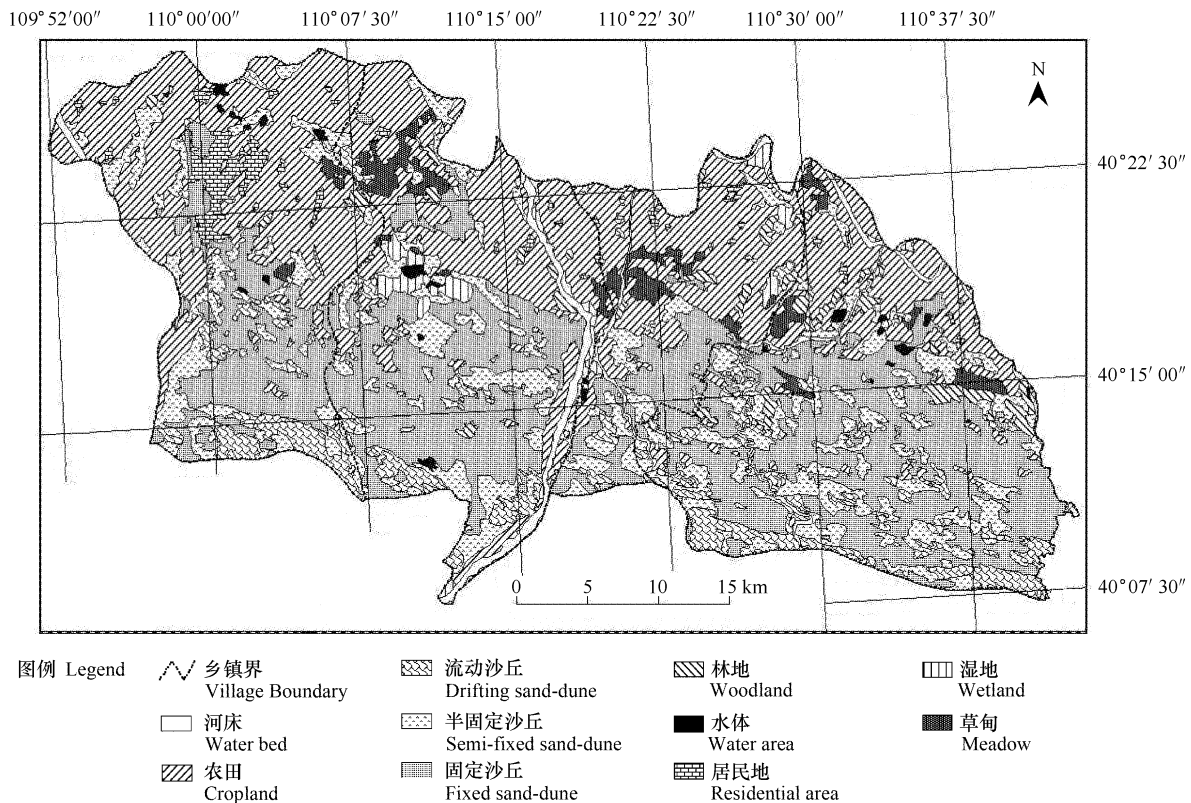


图 2 2003 年研究区的斑块类型现状图

Fig. 2 The patch types of study area in 2003

2.2 矢量数据向栅格数据的转换

在矢量数据向栅格数据的转换方法中, 最常见的有基于最大面积值的方法 (rule of maximum area, 简称 RMA) 和基于中心属性值的方法 (rule of centric cell, 简称 RCC)^[12,13]。在 RMA 方法中, 一个栅格单元的取值为该单元内所占面积最大的类型属性值, 如果存在两个或多个优势类型, 则随机选择其中之一作为输出单元的类型。操作途径为: 利用 Arc/Info9.0 的 ARC 模块下的 POLYGRID 命令将矢量数据栅格化。在 RCC 方法中, 一个栅格单元的取值为该单元中心细胞的类型属性值。操作途径为: 利用 Arcview3.2 的 GRID 模块下的

Convert to GRID 命令将矢量数据栅格化。RMA 可以理解为优势规则,相似于遥感重采样方法中的平均值法,RCC 方法可以理解为随机规则^[14]。

本研究分别利用 RMA 方法和 RCC 方法。同时考虑到目视解译(人机交互解译)与计算机解译的矢量数据存在区别,区别源于解译过程中对像元的切割(计算机解译的各类型斑块以影像栅格单元的边界为边界;而目视解译的各类型斑块的边界则为不规则、存在倾角的平滑几何图形),这种现象在所有的研究中出现的频率是极高的,因此转换尺度选择越小,斑块的信息损失越小。为了避免这种现实对结果的影响,同时使尺度效应分析的坐标向前延伸,使图形表达完美一点,本文选取转换尺度以 10m 为起点,200m 为终点,10m 为间隔,对解译的矢量数据栅格化,得到 40 幅对应各转换方法及尺度的栅格图。

2.3 景观指数对不同尺度的响应

由于斑块数量、面积和周长等景观指数是计算大多数其它景观指数的基础^[15,16],讨论这 3 个指数对不同转换尺度的响应,对合理选取研究尺度具有很大的指导意义。同时,随着尺度减小,数据量呈级数增长,从而使得景观指数运算速度变慢^[16]。因此,在此项研究中,运算时间对不同尺度的响应也作为讨论的一个方面。

在研究各指标对尺度响应的过程中,以转换前的矢量数据作为基准数据,将换后的栅格数据与基准数据进行比较,从而得到不同尺度下斑块数量、面积及周长随尺度变化的情况,并计算面积和周长随尺度变化的精度损失^[17]。数据损失计算公式为:

$$E = A_g - A_b \tag{1}$$

$$L = |100 \times E/A_b| \tag{2}$$

式中 E 表示面积(或周长)损失,为正值表示比实际面积(或周长)大,为负值表示比实际面积(或周长)小; A_g 表示转换后栅格数据的面积(或周长); A_b 表示基准数据的面积(或周长); L 表示精度损失,等于面积(或周长)损失除以对应的矢量面积(或周长)的百分比的绝对值。

3 结果与分析

3.1 面积对转换方法及尺度的响应

3.1.1 整个研究区面积的精度损失

矢量数据显示(表 1),整个研究区的面积为 153438.5hm²。其中,耕地面积与固定沙丘面积最大;其次为半固定沙丘、流动沙丘;草甸、河床、林地、居民地、湿地较少;水体更少,为 763.1hm²,仅占总面积的 0.5%。

表 1 各类型斑块面积、周长及斑块数量
Table 1 Area, perimeter and number of different patch types

项目 Item	总计 Total	耕地 Cropland	固定沙丘 Fixed sand-dune	半固定沙丘 Semi-fixed sand-dune	流动沙丘 Drifting sand-dune	草甸 Meadow	河床 Water bed	林地 Woodland	居民地 Residential area	湿地 Wetland	水体 Water area
面积 Area(hm ²)	153438.5	52988.8	48381.6	24347.6	10605.1	4163.9	3631.9	3237.5	2894.5	2128.4	763.1
面积比重(%)	100	34.54	31.54	15.87	6.92	2.71	2.37	2.11	1.87	1.39	0.50
周长 Perimeter(km)	4757.8	1132.3	1091.5	1107.5	508.3	169.1	276.7	163.2	155.2	57.5	96.5
斑块数量 Patch number(个)	494	84	36	135	96	16	9	30	44	18	26

面积比重:Landscape area percentage(%);固定沙丘:Fixed sand-dune;半固定沙丘:Semi-fixed sand-dune;流动沙丘:Drifting sand-dune;居民地:Residential area

随着转换尺度的变化,面积损失在不同的栅格化方法中呈现不同的变化趋势,精度损失均呈现波动增长趋势(图 3)。面积损失在 RMA 方法下随着转换尺度的增大呈现负增长,而在 RCC 方法下围绕零值呈上下波动状态。转换尺度在 10 ~ 50m 之内,两种转换方法的面积损失和精度损失变化均较小:RMA 方法下, $E < 2.527\text{hm}^2$, $L < 0.00165\%$;RCC 方法下, $E < 1.473\text{hm}^2$, $L < 0.00096\%$,可见,两种转换方法的精度损失均很小,且 RCC 方法下的损失小于 RMA 方法。尺度在 50m 以后,两种方法下的面积和精度损失变化幅度明显变大。RMA 方法下,面积损失最大在 170m 处,达到 -80.627hm^2 ;RCC 方法下,面积损失最大在 200m 处,为

133.473hm²,RCC 方法的损失变化范围超出 RMA 方法。

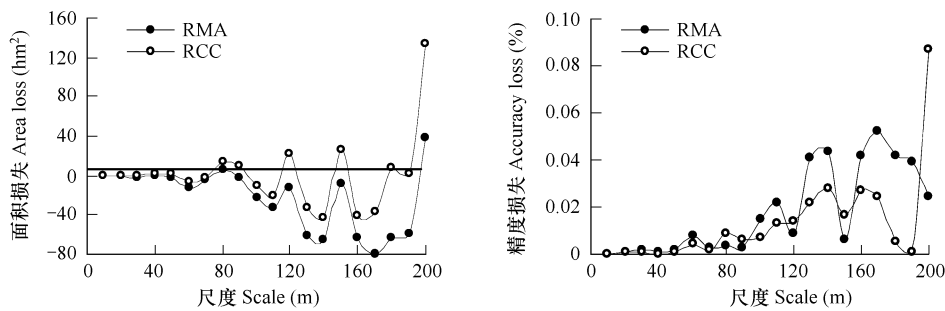


图3 研究区矢量数据栅格化后的面积损失和精度损失
Fig.3 Area loss and accuracy loss of the total region under different conversion methods and scales

3.1.2 各类型斑块面积的精度损失

在自然和人类活动的共同作用下,不同类型的斑块面积、形状存在一定程度的规律性。如居民地、耕地、水体等,在人类活动的干预下形状为较为规则的矩形或圆形;居民地、水体等类型的斑块面积比其它类型面积小(图2,表1)。因此,各斑块类型在同一转换尺度下的损失程度不同,为此进一步讨论各斑块类型的面积损失和精度损失对转换方法和尺的响应(图4)。

随转换尺度的增加,各类型面积损失呈波动变化,其波动范围随尺度增加而增大,且精度损失呈波动性增长;转换尺度越小,面积损失和精度损失越小(图4)。其中,在RCC方法下,各类型的面积损失值均围绕零值上下波动,体现了RCC方法的随机性;而RMA方法下,耕地、草甸类型的面积损失围绕零值上下波动,固定沙丘、河床类型的面积损失呈波动增长趋势,半固定沙丘、流动沙丘、林地和居民地类型面积呈波动减少趋势。同时,根据精度损失随转换尺度呈增长趋势,选取精度损失0.05%、0.1%、0.2%和0.5%为临界值,统计不同方法下的最大允许转换尺度(最大允许转换尺度定义为:精度损失控制在某一特定数值的情况下,转换尺度的最大值;也可以认为是一个导致发生精度损失变化的转折点(阈值)),进一步分析斑块面积损失与转换方法及尺度的关系(表2)。

表2 各斑块类型不同面积精度损失对应的最大允许转换尺度(m)
Table 2 Max conversion scales to different area accuracy loss under different methods for different patch types

斑块类型	精度损失 RMA 方法				精度损失 RCC 方法			
	≤0.05%	≤0.1%	≤0.2%	≤0.5%	≤0.05%	≤0.1%	≤0.2%	≤0.5%
耕地 Cropland	90	110	190	200	70	150	190	200
固定沙丘 Fixed sand-dune	100	100	200	200	90	100	120	200
半固定沙丘 semi-fixed sand-dune	50	50	120	200	50	70	90	200
流动沙丘 drifting sand-dune	40	40	70	140	50	60	70	150
草甸 meadow	30	60	90	130	30	50	50	100
河床 water bed	20	40	40	90	20	30	40	90
林地 woodland	20	40	100	130	20	30	90	120
居民地 residential area	30	60	60	100	30	30	40	70
湿地 wetland	20	70	70	130	20	30	80	130
水体 water area	30	30	40	60	20	20	40	50

结合各斑块类型的面积(表1),从表2中得知,当精度损失一定,随斑块类型面积的减小,其所允许的转换尺度呈减小趋势,且RMA方法的转换尺度多大于RCC方法,说明在同一尺度上转换,RMA方法的面积精度损失多小于RCC方法。同时,在精度损失小于0.1%水平下,综合各类型的最大允许转换尺度,RMA方法下的转换尺度应小于等于30m,RCC方法下应小于等于20m。

3.2 周长对转换方法及尺度的响应

各斑块类型周长的矢量数据显示,耕地、固定沙丘、半固定沙丘的周长较大,其次为流动沙丘,草甸、河床、

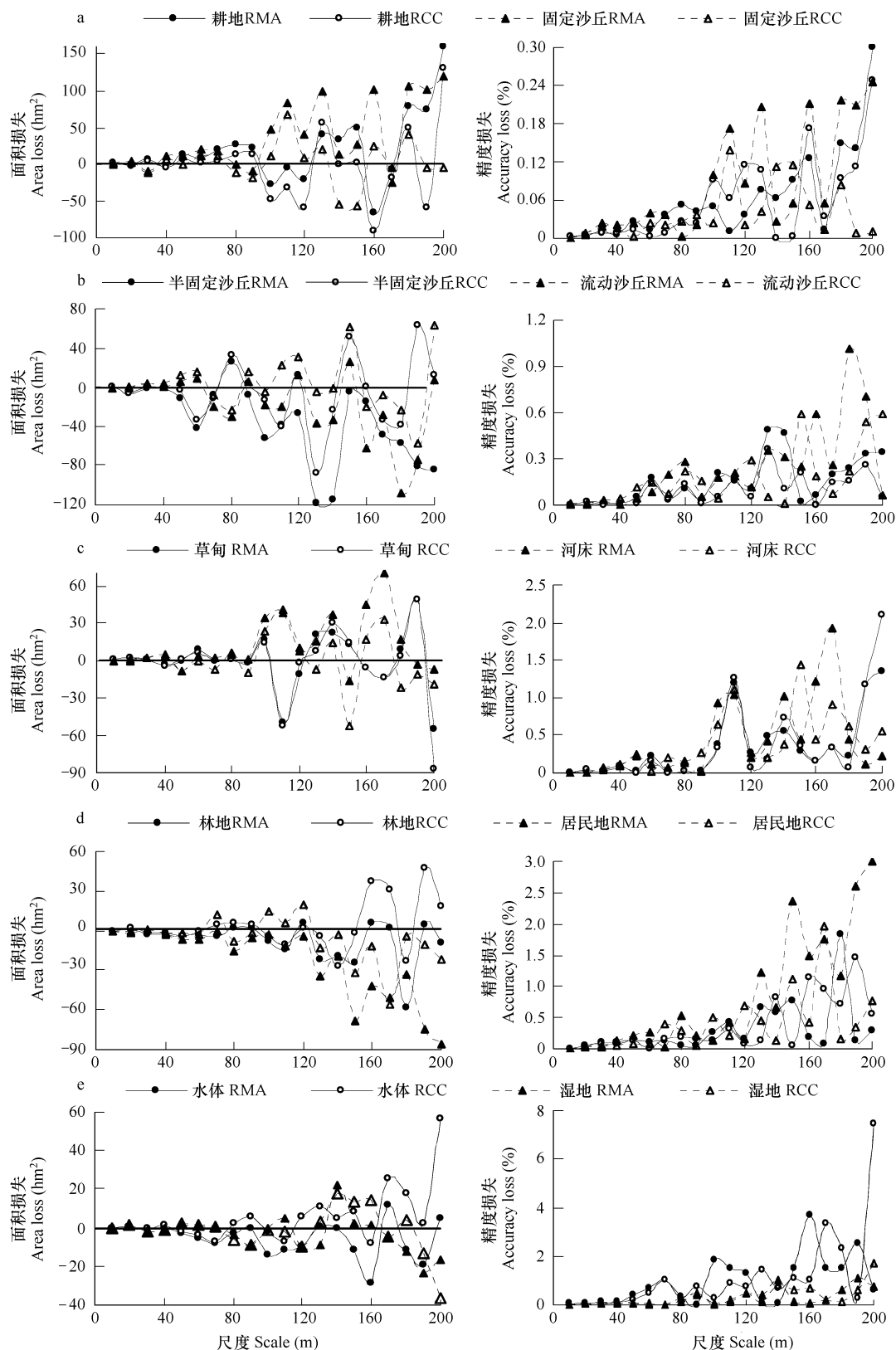


图4 各类型矢量数据栅格化后的面积损失和精度损失

Fig. 4 Area loss and accuracy loss of different types under different conversion methods and scales

面积损失: Area loss (hm^2); 精度损失: Accuracy loss (%); 耕地: Cropland, 固定沙丘: Fixed sand-dune, 半固定沙丘: Semi-fixed sand-dune, 流动沙丘: Drifting sand-dune, 草甸: Meadow, 河床: Water bed, 林地: Woodland, 居民地: Residential area, 湿地: Wetland, 水体: Water area, 下同 the same below

林地、居民地等类型的周长较小(表 1)。周长对转换方法及尺度的响应显示,随转换尺度增大,各类型的周长变化幅度均呈减少趋势(图 5)。其中,耕地、固定沙丘、半固定沙丘的变化幅度最大,并呈线性递减;其次为流动沙丘和河床;其他各类型的变化幅度均较小。同时,RMA 方法下的变化幅度比 RCC 方法大。

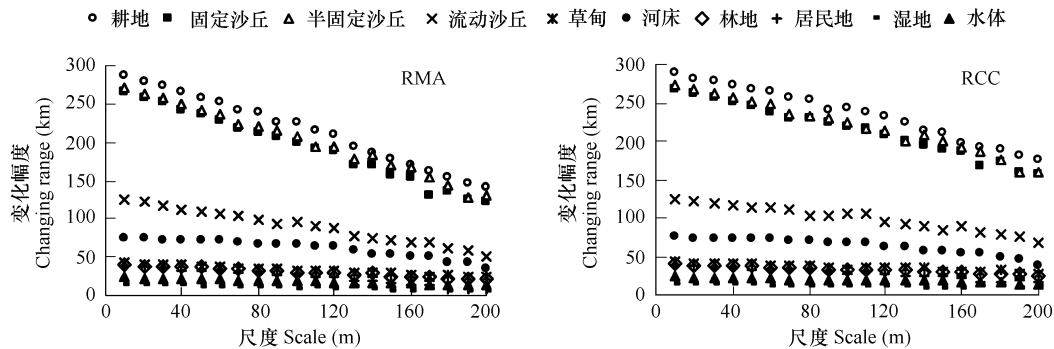


图 5 不同数据转换方法中周长变化幅度的尺度效应

Fig. 5 The perimeter changes of different types under different conversion methods and scales

由于有些斑块类型的斑块数量少、面积小,其周长总和不大,所以仅从各类型的周长变化幅度来探讨尺度对周长的影响有些片面,为此进一步讨论矢量向栅格数据转换中各斑块类型的周长精度损失的尺度效应(图 6)。

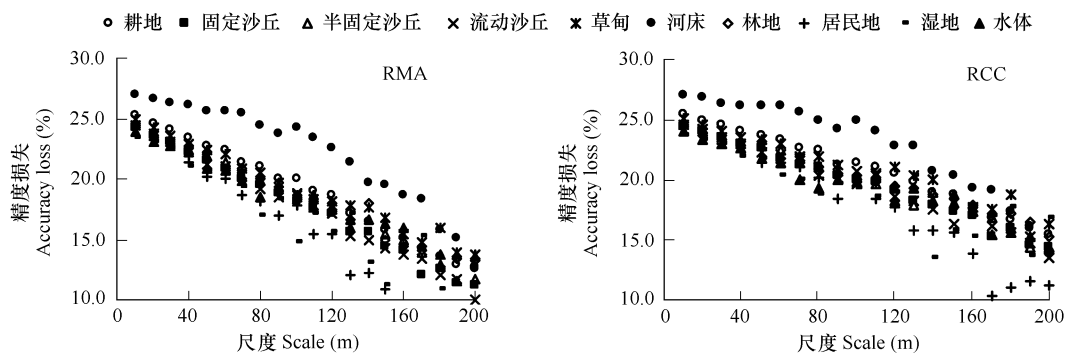


图 6 不同数据转换方法中周长精度损失的尺度效应

Fig. 6 The perimeter accuracy losses of different types under different conversion methods and scales

各斑块类型的周长精度损失随转换尺度增大均呈减小趋势,并呈线性递减(图 6),在 10~200m 之间的精度损失幅度变化达 15% 左右。同时,河床类型的周长精度损失明显高于其它斑块类型,这主要是由于在转换的过程中,栅格单元的存在增加了河床的弯曲程度,使其精度损失变大。将所有类型的周长精度损失作为因变量,转换尺度作为自变量,分别建立起相应的线性回归模型。结果显示:两种方法下的精度损失与尺度大小均呈负相关;RMA 方法下回归模型的决定系数 R^2 都在 0.945 以上,RCC 方法下回归模型的决定系数 R^2 在 0.874 以上。

3.3 斑块数量对转换方法及尺度的响应

转换前的矢量数据中的斑块数为 494 个,其中,半固定沙丘和流动沙丘类型最多,河床类型最少,仅有 9 个(表 1)。两种转换方法下的结果显示,随转换尺度的增加,斑块数量呈波动增长趋势(图 7)。转换尺度在 10~40m 之间时,两种转换方法下的斑块数量变化都不大,RMA 方法的变化范围在 2~5 之间,变化率在 0.4%~1.0% 之间,RCC 方法的变化范围在 5~10 之间,变化率在 1.0%~2.0% 之间,且 RMA 方法下的斑块数量变化均低于 RCC 方法。转换尺度在 70m 之后,两种转换方法下的斑块数量均呈增长趋势,并且 RCC 方法下的斑块数量增长幅度明显大于 RMA 方法。RMA 方法下,斑块增长数量最大在 170m 处,增长个数达到

17 个,RCC 方法下,斑块增长数量最大在 200m 处,增长个数达到 36 个。通常情况下,随着尺度的增加,斑块数量一般会呈逐渐减少趋势。而本研究中斑块数量表现出随转换尺度增加而增加,这主要是解译图中一些哑铃型(狭长型)斑块被大尺度转换切割导致的一个斑块被分割成若干个造成的,把转移的栅格图和矢量图叠加到一块就能发现。进一步通过分析各类型的斑块数对转换方法及尺度的响应来探究原因。

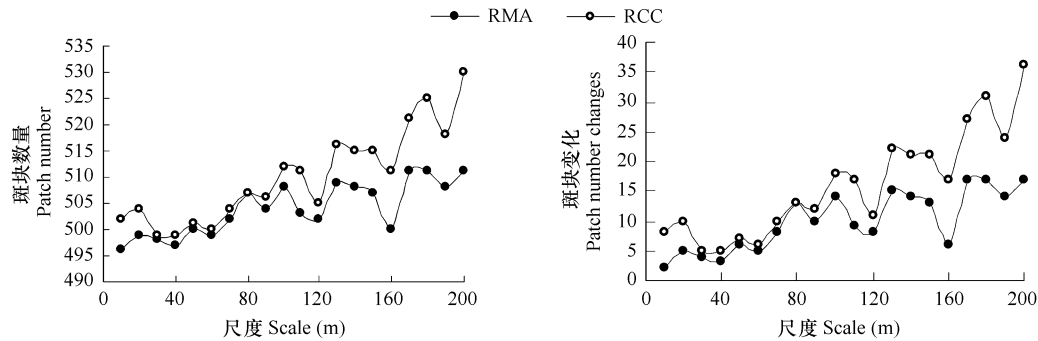


图7 斑块数量对转换方法和尺度的响应

Fig. 7 The changes of patch number under different conversion methods and scales

各类型的斑块数对转换方法及尺度的响应显示(图8),RMA 方法下的各类型的斑块数量随转换尺度的变化小于 RCC 方法。其中,草甸、林地、居民地、湿地、水体等 5 种类型的斑块数量变化均较小,RMA 方法下的斑块数量变化在 0~1 之间,RCC 方法下数量变化在 1~4 之间;耕地、固定沙丘、半固定沙丘、流动沙丘等 4 种类型的斑块数量变化呈小幅度的波动变化,RMA 方法下的斑块数量变化在 1~8 之间,RCC 方法下变化在 1~10 之间;河床类型的斑块数量变化随转换尺度的增大呈增长趋势,斑块数量在 200m 处达到最大值,RMA 方法和 RCC 方法下的斑块数量分别为 34 和 42 个,分别增长 25 和 33 个。可以看出,研究区的斑块数量随转换增加的原因主要是河床类型的斑块数量随转换尺度增加变化剧烈。河床斑块随转换尺度增加原因有两个:一是河床为较细的廊道类型,有的区域宽度不足 100m,因此选择较大转换尺度则将一段河床分为多段,减弱了河床的连通性,从而增加了斑块数量;其二,河床微弯曲,在转换的过程中随机占据栅格单元中心的几率较高,从而使得 RCC 方法下的增加数量比 RMA 方法多。

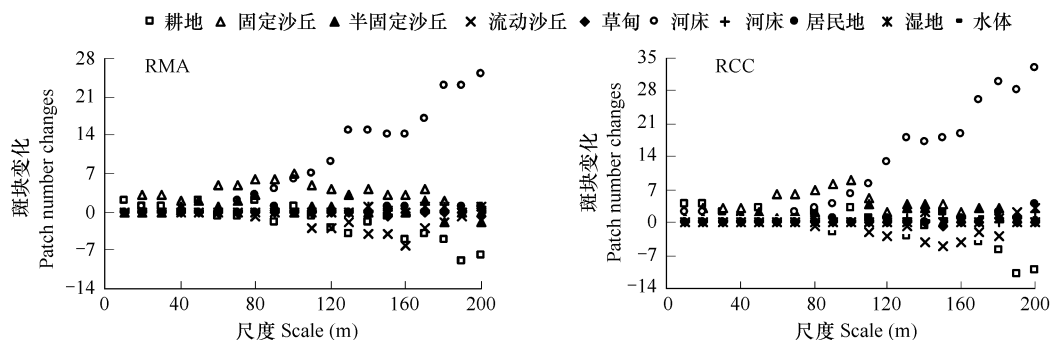


图8 各类型斑块数量对转换方法和尺度的响应

Fig. 8 The patch number changes of different types under different conversion methods and scales

3.4 运算时间变化

本次研究应用的计算机操作平台配置为 CPU3.0G,内存 512M 的联想补天系列台式机。在 Fragstats 3.3 中计算景观指数时所需的运算时间随转换尺度变化剧烈(图9)。运算时间 y 与转换尺度 x 呈幂函数变化,RMA 方法下, $y = 60424x^{-2.2818}$, $R^2 = 0.9402$;RCC 方法下, $y = 78321x^{-2.3729}$, $R^2 = 0.9373$ 。尺度在 10~20m 时,运算时间变化幅度最大,10m 时,RMA 方法下运算需 1091s,RCC 方法下需 1200s;尺度在 30m 以后,运算所需

时间均较短,小于 17s。同时,RMA 方法比 RCC 方法下转换的数据运算所需时间短。因此,从运算时间角度出发,转换尺度应大于 20m,且 RMA 方法优于 RCC 方法。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文针对景观生态学研究中的数据转换(矢量数据转换为栅格数据)问题,从斑块面积、周长、数量对转换方法及尺度的响应角度进行了详尽的分析。面积对转换方法的响应显示,RMA 方法下的面积损失和精度损失波动范围小于 RCC 方法;周长对转换方法的响应显示,两种方法下精度损失与栅格大小均呈负相关,但 RMA 方法下比 RCC 方法下的决定系数更大,RMA 方法下的规律性强;斑块数量对转换方法的响应显示,RMA 方法下的总斑块数及各类型的斑块数量变化小于 RCC 方法;运算时间对转换方法的响应显示,RMA 方法优于 RCC 方法。由此可知,在转换方法选取上,RMA 方法优于 RCC 方法。

同时,在 RMA 方法下,面积对转换尺度的响应显示,转换尺度越小其精度损失越小,当精度损失小于 0.1% 时,要求转换尺度小于等于 30m;周长对转换尺度的响应显示,转换尺度越大越好,其规律性极强,各斑块类型的精度损失在同一转换尺度上较为接近;斑块数量对转换尺度的响应显示,转换尺度越小其斑块数量变化越小,当转换尺度小于等于 40m 时,斑块数量变化小于 5;运算时间对转换尺度的响应显示,转换尺度应大于 20m。由此可知,在转换尺度选取上,综合考虑各景观指数对尺度的响应,30m 为最优化的转换尺度。因此,针对 1:100000 比例尺的目视解译矢量数据向栅格数据转换,可选取作为转换尺度,同时采用 RMA 方法作为矢量数据向栅格数据的转换方法。最优转换尺度 30m 与数据源的空间分辨率 30m 不谋而合,但并非主要是受数据源空间分辨率的影响,因为从面积的精度损失来看(表 2),转换尺度越小其损失越小,当精度损失要求在 0.05% 水平下,河床、林地、湿地、水体等类型均要求转换尺度在 20m 以下。

4.2 讨论

研究区处于半干旱地区向干旱区的过渡地带,是东部季风气候和西北干旱气候的过渡地带,也是我国气候变化最敏感地带,是我国北方半干旱地区沙漠化发生发展比较有代表性的区域^[18]。因此,本项研究得出的矢量数据向栅格数据转换的最佳方法及尺度可为相关的沙地景观研究提供依据和参考,同时也进一步完善了景观生态学在沙地景观变化中的研究方法。

另外,若只针对某一斑块类型进行研究时,可根据其类型面积、形状等特点适当放大尺度,如对此研究区的耕地和固定沙丘类型,尺度可放大到 100m,这时,其面积精度损失小于 0.05%,斑块数量变化在 5 个以内。

同时,空间尺度效应主要受景观本身空间异质性的影响。因此,不同地区由于自然条件、人类活动的干预程度不同,使得区域斑块类型组成、斑块形状、斑块面积等不同,造成景观本身空间异质性的差异,从而对转换尺度的响应不同。如在中国东部的沿海地区,主要的斑块类型为农田,同时城市建设经过了规划,在形状上具有一定的规律性。因此,其矢量数据的转换对尺度及方法的选取又是另一种结果,有待于进一步的探讨。

References:

- [1] Wiens J A. Spatial Scaling in Ecology. *Functional Ecol.*, 1989, 3: 385—397.
- [2] Levin S A. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, 1992, 73: 1943—1967.
- [3] Marceau D J. The scale issue in the social and natural sciences. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 1999, 25(4): 347—356.
- [4] Lv Y H, Fu B J. Ecological scale and scaling. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(12): 2096—2105.
- [5] Zhang N. Scale issues in ecology: Concepts of scale and scale analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(7): 2340—2355.
- [6] Gao Z Q, Liu J Y, Zhuang D F. An analysis of eco-environmental quality conditions of China's land resources. *Journal of Natural Resources*,

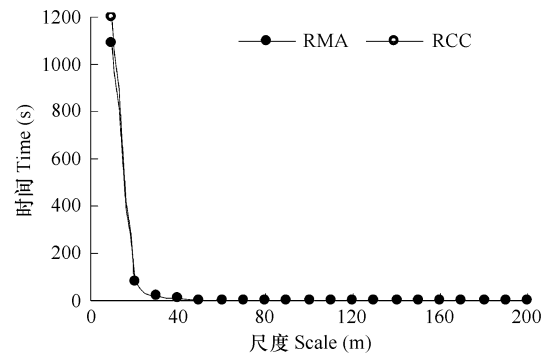


图9 计算机运算时间对不同转换尺度的响应

Fig. 9 Changes of runtime under different scales

- 1999,14(1):93—96.
- [7] Zhao R F, Zhou H R, Xiao D N, *et al.* Changes of wetland landscape pattern in the middle and lower reaches of the Tarim River. *Acta Ecologica Sinica*, 2006,26(10):3471—3478.
- [8] Yu X X, Niu J Z, Guan W B, *et al.* Landscape ecology. Beijing: Higher Education Press, 2006.
- [9] Benson B J, Mac Kenzie M D. Effects of sensor spatial resolution on landscape structure parameters. *Landscape Ecology*, 1995,10:113—120.
- [10] Moody A, Woodcock C E. The influence of scale and the spatial characteristics of landscape on land-cover mapping using remote sensing. *Landscape Ecology*, 1995,6:363—379.
- [11] Zhen L, Xie G D, Yang L, *et al.* Characters of landscape patterns and correlation in Jinghe watershed. *Acta Ecologica Sinica*, 2005,25(12):3343—3353.
- [12] Bu C R, Wang X L, Xiao D N. Scale transferring analysis on landscape—Take Yellow River delta as an example. In: Xiao D N ed. *Research Progress on Landscape Ecology*. Changsha: Hunan Science & Technology Press, 1999. 127—135.
- [13] He H S, Stentura T V. Effects of spatial aggregation approaches on classified landsat TM satellite imagery. *International Journal of Geographic Information Sciences*, 2002,16(1):93—109.
- [14] Ling Bian, Rachael Butler. Comparing effects of aggregation methods on statistical and spatial properties of simulated spatial data. *Photogram metric Engineering & Remote Sensing*, 1999,65(1):73—84.
- [15] Wu J G. *Landscape Ecology: Patten, Process, Scale and Hierarchy*. Beijing: Higher Education Press, 2000.
- [16] Li H B, Wu Y G. Quantitative methods of landscape ecology. In: Liu J G ed. *Introduction of Modern Ecology*. Beijing: China Science & Technology Press, 1992.
- [17] Yang C J, Liu J Y, Zhang Z_X, *et al.* Analysis of accuracy loss during rasterizing vector data with different grid size. *Journal of Mountain Research*, 2001,19(3):258—264.
- [18] The Inner Mogolian and Ningxia Investigation Group of the Chinese Academy of Sciences. *Vegetation in the Inner Mogolia*. Beijing: Science Press, 1985. 12—14.

参考文献:

- [4] 吕一河,傅伯杰.生态学中的尺度及尺度转换方法. *生态学报*, 2001,21(12):2096~2105.
- [5] 张娜.生态学中的尺度问题:内涵与分析方法. *生态学报*, 2006,26(7):2340~2355.
- [6] 高志强,刘纪远,庄大方.中国土地资源生态环境质量状况分析. *自然资源学报*, 1999,14(1):93~96.
- [7] 赵锐锋,周华荣,肖笃宁,等.塔里木河中下游地区湿地景观格局变化. *生态学报*, 2006,26(10):3471~3478.
- [8] 余新晓,牛健植,关文彬,等. *景观生态学*. 北京:高等教育出版社, 2006.
- [11] 甄霖,谢高地,杨丽,等.泾河流域分县景观格局特征及相关分析. *生态学报*, 2005,25(12):3343~3353.
- [12] 布仁仓,王宪礼,肖笃宁.景观尺度变换分析——以黄河三角洲为例.见:肖笃宁主编, *景观生态学研究进展*. 长沙:湖南科学技术出版社, 1999. 127~135.
- [15] 邬建国. *景观生态学——格局、过程、尺度与等级*. 北京:高等教育出版社, 2000.
- [16] 李哈滨,伍业刚.景观生态学的数量研究方法.见:刘建国编. *当代生态学博论*. 北京:中国科学技术出版社, 1992.
- [17] 杨存建,刘纪远,张增祥,等.土地利用数据尺度转换的精度损失分析. *山地学报*, 2001,19(3):258~264.
- [18] 中国科学院内蒙古宁夏考察队. *内蒙古植被*. 北京:科学出版社, 1985. 12~14.