

# 科尔沁沙地及其周围地区土地利用变化的情景分析

张永民<sup>1</sup>, 赵士洞<sup>1</sup>, P. H. Verburg<sup>2</sup>

1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101 2. Department of Environmental Sciences, Wageningen University, P.O. Box 37, 6700 AA Wageningen, The Netherlands )

摘要: 根据科尔沁沙地及其周围地区过去 15 年 (1985~2000 年) 土地利用的时空动态变化、2000 年的土地利用格局以及 2010 年的土地利用规划数据, 构建了模拟研究地区土地利用变化的 CLUE-S 模型。在该模型的支持下, 论文分别对研究地区未来 10 年 (2000~2010 年) 土地利用变化格局的马尔柯夫情景和规划情景进行了模拟, 然后, 通过 2000 年土地利用现状图与 2010 年情景模拟图的叠加, 分析了在以上两种情景下土地利用变化的共同之处及差异。研究结果对完善科尔沁沙地及其周围地区土地利用变化的动态管理具有重要意义。

关键词: 科尔沁沙地; 土地利用变化; CLUE-S 模型; 情景分析

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1000-3037(2004)01-0029-10

土地利用与土地覆盖变化作为全球环境变化研究的一个重要内容, 目前已成为学术界、公众及管理决策层关注的焦点之一<sup>[1-3]</sup>。近几十年来, 由于过垦、过牧和过度樵采等不合理的土地利用方式盛行, 我国北方科尔沁沙地及其周围地区的土地利用与土地覆盖发生了显著变化, 这些变化对该地区沙漠化加剧、干旱化加重等生存环境的逆向演变起着重要的加速作用。关于该地区生态环境变化问题的研究报道很多<sup>[4]</sup>, 内容包括农业开发<sup>[5]</sup>、历史演变<sup>[6]</sup>、沙漠化成因<sup>[6,7]</sup>以及治理对策<sup>[8,9]</sup>等各个方面。根据文献调研, 土地利用变化作为该地区生存环境演变的主导因素已经在学术界得到一致的认识, 但迄今为止, 对该地区土地利用变化的定量研究仍然较少。作者曾对研究地区 1985~2000 年间土地利用的时空动态变化进行了模拟<sup>[10]</sup>, 在此基础上本文将结合该地区 2000 年的土地利用格局 (图 1, 见封三), 以及 1997~2010 年的土地利用规划, 通过构建土地利用变化模型, 对未来 10 年土地利用的时空动态变化情景进行模拟和分析; 以期为进一步研究该地区土地利用变化的生态效应及为决策界完善对该地区土地利用的动态规划提供科学依据。

## 1 研究地区概况

研究地区位于内蒙古自治区东部的科尔沁沙地及其周围地区, 地理坐标 41°17'~45°24' N, 116°21'~123°30' E, 土地面积约为 14.9×10<sup>4</sup>km<sup>2</sup>。行政区域包括赤峰市和通辽的 20 个县级行政单位。该地区位于我国东部季风气候边缘区, 属于温带半干旱大陆性季风气候, 原生植被为典型草原到森林草原过渡类型的疏林草原, 但近几十年来, 由于过垦、过牧和过度樵采

收稿日期: 2003-07-10; 修订日期: 2003-10-10。

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (G1999043404-04); 国家自然科学基金项目 (40225004) 资助。

第一作者简介: 张永民 (1973~), 男, 河南新乡人, 博士后, 主要从事土地利用和土地覆盖变化方面的研究。

致谢: 该研究所使用的空间图形数据由中国科学院地理科学与资源研究所刘纪远所长和庄大方研究员帮助收集, 在此特别表示感谢!

等不合理的土地利用,已成为典型的农牧交错区。18世纪中叶以前,该地区一直处于地广人稀的状态,18世纪中叶以后,尤其是进入20世纪以来,经过几次大的移民拓荒,人口迅速增加,2000年该地区的总人口为 $760.15 \times 10^4$ 人,与1985年相比,增加了18.37%,平均年递增1.22%。根据遥感空间数据分析<sup>[11]</sup>,1985~2000年该地区耕地增加15.34%,林地增加2.48%,草地减少6.28%,水域减少7.72%,城乡工矿居民用地增加1.99%,未利用地减少4.04%;其中草地向耕地转化的面积最大,为4932.00 km<sup>2</sup>,占全区土地利用变化总面积的63.85%。根据沙漠化动态监测<sup>[12]</sup>,20世纪70~90年代期间,科尔沁沙地沙漠化土地面积增长率居内蒙古自治区各大沙地之首,其中,80~90年代,科尔沁沙地沙漠化面积增长率为14.22%,略低于70~80年代期间其沙漠化土地面积的增长率。

## 2 数据来源

土地利用数据来源于中国科学院资源环境数据中心的全国1:100 000土地利用数据库(1985年和2000年),该数据是由1985年和2000年的TM影像解译获得;数据的存储是用coverage格式存放的,数据处理所用的GIS平台为ARC/INFO8.02<sup>[13]</sup>。研究中,根据土地利用类型的分布特征及其变化的环境效应,将原土地利用数据的一级分类进行部分合并,最后得到耕地与城乡工矿居民用地、林地、草地、未利用地与水域四大土地利用类型。之所以分别对耕地与城乡工矿居民用地、未利用地与水域进行合并,主要是基于以下考虑:①城乡工矿居民用地和水域的面积在研究区域所占比例非常低(2000年分别是1.45%和1.91%),并且分布十分零碎,尤其是城乡工矿居民用地多呈斑点状散布在耕地之中,因此,对二者的空间变化进行精确模拟简直是不可能的;②水域是一种特殊的土地利用类型,其面积分布波动较大,单由两期空间数据很难对其进行准确判别,进行以上合并有利于提高本研究中土地利用类型的分类精度。土地利用格局分布驱动因素的选取主要包括道路交通体系、城镇和居民点分布、水域、地形和土壤等对土地利用分布格局影响较大并且在较短时间尺度上比较稳定的因子,这些驱动因素的空间图形数据也由资源环境数据中心提供。

## 3 研究地区的 CLUE-S 模型

该文使用的模型是荷兰瓦赫宁根大学一个由P. H. Verburg等科学家组成的“土地利用变化和影响”研究小组在其较早CLUE模型的基础上创建而成的CLUE-S模型<sup>[14,15]</sup>。CLUE-S模型是基于栅格图形数据构建而成的,要完成对区域土地利用时空动态变化的模拟,必须对其输入以下3类栅格图形数据或模型参数(图2):①历年各土地利用类型的面积,②模拟初期各土地利用类型的空间分布格局及其与相应驱动因素的关系系数,③各土地利用类型的转换规则。

### 3.1 数量变化预测

对于未来10年研究地区各土地利用类型的数量变化,该研究主要考虑了两种情况。

其一是把土地利用变化视为一个马尔柯夫过程,依据对土地利用类型的分类结果,将科尔沁沙地及其周围地区的土地利用系统按土地利用类型划分为4个相互演化的离散状态,它们分别是耕地与城乡工矿居民用地、林地、草地以及未利用地与水域。然后,以1985年各土地利用类型所占的面积百分比表示初始状态矩阵,根据研究地区1985~2000年土地利用转移矩阵,计算近15年研究地区各土地利用类型相互转化的年平均速率作为各状态间的转移概率。最后,根据马尔柯夫过程性质和条件概率的定义,运用马尔柯夫过程的基本方程:

$$P_{ij}^{(n)} = \sum_{k=0}^{n-1} P_{ik} P_{kj}^{(n-1)} = \sum_{k=0}^{n-1} P_{ik}^{(n-1)} P_{kj} \quad (1)$$

求出1985年后各土地利用类型的转移概率矩阵 $P(n)$ 中,各元素 $P_{ij}^{(n)}$ 及各土地利用类型所占

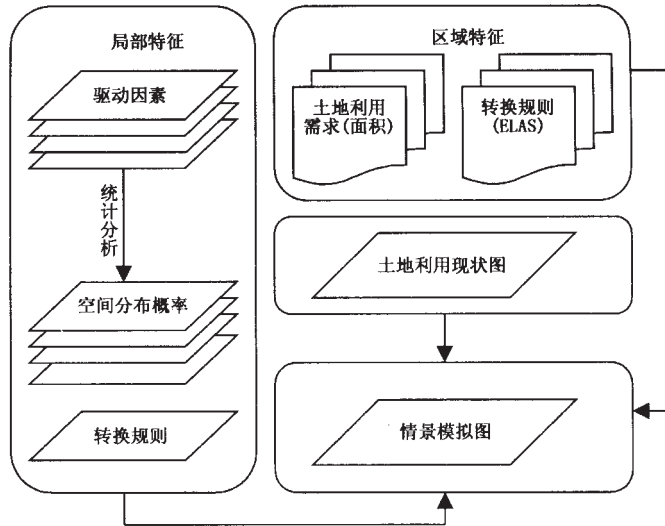


图 2 CLUE-S 模型空间分配示意图

Fig. 2 The spatial allocation scheme of CLUE-S

比例,从而模拟出未来 10 年各土地利用类型所占比例及其面积的变化情况。

其二是根据 1997~2010 年内蒙古自治区的土地利用规划,通过适当的合并和调整(主要是使各土地利用类型的界定尽可能与空间数据一致),计算研究地区未来 10 年土地利用的数量变化。需要说明的是,土地利用规划目标仅给出了 2010 年各土地利用类型的面积,而 2001~2009 年逐年的各土地利用类型面积是由 2000 年的空间数据与 2010 年的规划数据进行线性内插得到的。

由于本文的主要目的是探索研究地区未来 10 年的土地利用格局变化情景,重点在于时空定位,所以,此处略去了数量变化预测的具体计算过程,而仅给出了 2010 年两种数量变化的预测结果(表 1)。

表 1 2010 年研究地区各土地利用类型的两种数量需求变化(hm<sup>2</sup>)

Table 1 Quantity change of different land use types of the study area in 2010(hm<sup>2</sup>)

| 土地利用类型      | 2000 年    | 马尔柯夫情景    | 规划情景      |
|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 耕地与城乡工矿居民用地 | 4 088 633 | 4 374 643 | 2 737 465 |
| 林地          | 1 631 867 | 1 662 809 | 3 891 433 |
| 草地          | 6 957 291 | 6 701 185 | 7 569 044 |
| 未利用地与水域     | 1 863 734 | 1 802 888 | 343 583   |

表 1 显示:与 2000 年土地利用现状相比,根据马尔柯夫情景,耕地与城乡工矿居民用地将增加 6.70%,林地将增加 1.90%,草地将减少 3.68%,未利用地与水域将增加 3.26%。根据政府部门制定的 1997~2010 年土地利用规划目标,耕地与城乡工矿居民用地要减少 33.05%,林地要增加 138.47%,草地要增加 8.79%,未利用地与水域要减少 81.56%。

### 3.2 空间定位分配

#### 3.2.1 空间分析

空间分析的主要目的是要揭示土地利用空间分布与其备选驱动因素以及空间制约因素的关系,得到不同土地利用类型的空间分布概率。其中,各土地利用类型的空间分布格局由二分类变量的栅格图形数据表示,1 表示某土地利用类型出现,0 表示不出现。每一种土地利用的空间分布与其驱动因素的关系系数利用式 Q 的逻辑斯蒂回归方程求得,该回归方程的研究样本为研究区域内的每一个栅格(1 500m×1 500m)。

$$\log\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right)=\beta_0+\beta_1 X_{1,i}+\beta_2 X_{2,i}+\dots+\beta_n X_{n,i} \quad (2)$$

式中  $P_i$  表示每个栅格可能出现某一土地利用类型  $i$  的概率,  $X$  表示各备选驱动因素。对二元逻辑斯蒂回归方程的解释能力利用 Pontius R.G. 提出的 ROC (Relative Operating Characteristics) 方法进行检验<sup>[16]</sup>, 根据逻辑斯蒂回归结果得到以上所要求的关系系数, 以及各土地利用类型的空间分布概率图。

根据 2000 年研究地区的土地利用格局图, 对每一土地利用类型, 根据备选驱动因素, 运用逻辑斯蒂回归进行统计分析与诊断, 并对所得结果进行 ROC 检验 (表 2)。需要说明的是, 由于回归分析的样本过于庞大 (64 629 个 1 500 m×1 500 m 的栅格), 以及受空间自相关的影响等, 方程的解释能力会受到一定的影响; 为尽量减少上述影响, 在回归分析之前, 需对样本进行预处理, 故本文使用随机抽样的方法从原样本集选取 20 000 个样本作为代表进行二元逻辑斯蒂回归分析。

检验指标 ROC 值介于 0.5 和 1.0 之间, 0.5 表示回归方程的解释能力最差, 与随机判别效果相当, 1.0 表示方程的解释能力最好, 可以完全确定土地利用的空间分布, 随 ROC 值的增加, 逻辑斯蒂回归方程对土地利用分布格局的解释能力逐渐上升。

回归方程中的驱动因素, 除地形 (平地、缓坡地和陡坡地) 和土壤是二分类变量, 其余距离和密度皆为连续变量。逻辑斯蒂回归检验表明 (表 2), 所选驱动因素对林地和耕地与城乡工矿居民用地的空间分布判别效果较好, 其 ROC 值分别为 0.860 和 0.825; 对未利用地与水域的空间分布判别较差, ROC 是 0.783, 对草地的分布判别最差, ROC 值为 0.691。

表 2 2000 年各土地利用类型分布格局的逻辑斯蒂逐步回归结果

Table 2 Beta values and exponent Beta values for logistic regression for different land use

| 驱动因子        | 耕地与城乡工矿居民用地 |         | 林地      |         | 草地      |         | 未利用地与水域 |         |
|-------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | Beta 系数     | Exp (B) | Beta 系数 | Exp (B) | Beta 系数 | Exp (B) | Beta 系数 | Exp (B) |
| 常量          | -1.436      | 0.238   | -0.245  | 0.783   | -0.281  | 0.755   | -2.125  | 0.119   |
| 到乡级道路的最近距离  | -0.172      | 0.842   | 0.161   | 1.174   | -0.037  | 0.964   | 0.134   | 1.143   |
| 到县级道路的最近距离  | -0.016      | 0.984   | -0.014  | 0.986   |         |         | 0.023   | 1.023   |
| 到省级道路的最近距离  | -0.004      | 0.996   | 0.004   | 1.004   |         |         | 0.004   | 1.004   |
| 到国家级道路的最近距离 | 0.009       | 1.009   | 0.007   | 1.007   | -0.012  | 0.988   |         |         |
| 到居民点的最近距离   | -0.059      | 0.943   | -0.028  | 0.973   | 0.042   | 1.042   | -0.042  | 0.959   |
| 到城镇的最近距离    | -0.024      | 0.976   | 0.016   | 1.016   | 0.007   | 1.007   |         |         |
| 到水域的最近距离    | -0.014      | 0.986   | -0.013  | 0.987   | 0.027   | 1.028   | -0.049  | 0.953   |
| 城镇的分布密度     |             |         | 0.542   | 1.720   | -0.398  | 0.671   | -0.352  | 0.703   |
| 居民点的分布密度    | 0.301       | 1.351   | -0.133  | 0.875   | -0.184  | 0.832   | -0.273  | 0.761   |
| 平地          | 2.009       | 7.452   | -3.477  | 0.031   |         |         | 1.775   | 5.889   |
| 缓坡地         |             |         | -1.172  | 0.310   | 0.213   | 1.237   |         |         |
| 陡坡地         | -1.660      | 0.190   |         |         | -0.627  | 0.534   | -0.988  | 0.372   |
| 沙土          | -0.687      | 0.503   | -1.243  | 0.289   |         |         |         |         |
| 壤土          |             |         |         |         | 0.086   | 1.090   | -1.364  | 0.256   |
| ROC 值       |             | 0.825   |         | 0.860   |         | 0.691   |         | 0.783   |

注: 城镇密度是指 45km×45 km (30×30 cell) 范围内城镇用地面积所占的百分比; 居民点密度是指 15km×15 km (10×10 cell) 范围内居民点用地所占的百分比; 平地指坡度小于 5° 的区域, 缓坡地指坡度介于 5°~15° 的区域, 陡坡地指坡度大于 15° 的区域; 壤土包含该区域分布很少的粘土和砾土。

Beta 系数为由逻辑斯蒂回归方程诊断出的关系系数, Exp(B) 是 Beta 系数的以 e 为底的自然幂指数, 其值等于事件的发生比率。从某种意义上讲, 发生比率是衡量解释变量对因变量影响程度的重要指标; 本研究中, 发生比率表示解释变量 (驱动因子) 每增加一个单位, 土地利用类型发生比的变化情况 [Exp(B)<1, 发生比减少; Exp(B)=1, 发生比不变; Exp(B)>1, 发生比增加]; 发生比是事件的发生频数与不发生频数之间的比<sup>[17]</sup>。

表 2 显示 耕地与城乡工矿居民用地的逻辑斯蒂回归方程中,平地的发生比率为 7.452,陡坡地的发生比率为 0.190;说明与缓坡地与陡坡地相比,平地的发生比将上升 6.452 倍,与平地与缓坡地相比,陡坡地的发生比将减少 81%。此外,居民点分布也是影响耕地与城乡工矿居民用地的的重要因素,其中,居民点密度增加 1%,发生比上升 35.1%,到居民点的最近距离增加 1km,发生比减少 5.7%;从土壤质地类型对耕地与城乡工矿居民用地分布的影响看,沙土的发生比率是 0.503,说明与壤土相比,沙土的发生比减少 49.7%。至于道路交通体系对耕地与城乡工矿居民用地的影响,以乡级道路最为显著,到乡级道路的最近距离增加 1km,发生比减少 15.8%。

林地的逻辑斯蒂回归方程中,平地和缓坡地的发生比率分别是 0.031 和 0.310,说明与缓坡地与陡坡地相比,平地的发生比减少 96.9%,与平地与陡坡地相比,缓坡地的发生比减少 69%,说明,随着对平地与缓坡地的农垦开发,林地和平地和缓坡地的分布相对下降,而在陡坡地的分布相对上升;此外,居民点密度增加 1%,林地发生比减少 12.5%,城镇密度增加 1%,发生比上升 72%,这说明,一方面,农村地区的垦殖导致其周围林地分布减少,但是,另一方面,随着宏观生态保护政策的实施(主要指“三北防护林”建设)以及民众生态保护意识的提高,城镇周围的林地分布相对增加;从林地分布的土壤质地类型看,与壤土相比,沙土的发生比减少 71.1%;关于道路交通体系对林地的影响,到乡级道路的距离增加 1km,林地的发生比上升 17.4%,在各级道路中最为显著。

草地的逻辑斯蒂回归方程中,陡坡地和缓坡地的发生比率分别是 0.534 和 1.237,说明与平地与缓坡地相比,陡坡地的发生比减少 46.6%,与平地与陡坡地相比,缓坡地的发生比上升 23.7%,说明,随着农垦开发及部分地区的植树造林,至 20 世纪末,研究地区的草地分布主要以缓坡地为主;此外,城镇密度增加 1%,草地发生比减少 32.9%;居民点密度增加 1%,发生比减少 16.8%;到居民点的最近距离增加 1km,发生比上升 4.2%;到水域的最近距离增加 1km,发生比上升 2.8%;关于道路对草地分布的影响,仍然是乡级道路最为显著,到乡级道路的最近距离增加 1km,草地发生比减少 3.6%。

未利用地与水域的逻辑斯蒂回归方程中,平地和陡坡地的发生比率分别是 5.889 和 0.372,说明与缓坡地和陡坡地相比,平地的发生比上升 4.889 倍,与平地与缓坡地相比,陡坡地的发生比减少 62.8%,说明,未利用地与水域的分布主要以平地与缓坡地为主,这与以上地区近年来过度农垦导致的土地退化密切相关;此外,城镇密度增加 1%,发生比减少 29.7%;居民点密度增加 1%,发生比减少 23.9%;到居民点的最近距离增加 1km,发生比减少 4.1%;到水域的最近距离增加 1km,发生比减少 4.7%;从未利用地与水域分布的土壤质地类型看,与沙土相比,壤土的发生比减少 74.4%;关于道路交通体系对未利用地与水域的影响,到乡级道路的最近距离增加 1km,发生比增加 14.3%,到县级道路的最近距离增加 1km,发生比增加 2.3%。

综上所述发现,地形、居民点和城镇分布、土壤质地类型以及乡级道路分布是影响研究地区土地利用分布格局的重要因素。其中,耕地与城乡工矿居民用地主要位于城镇和居民点周围,且多分布在坡度小于  $5^\circ$ 、乡级道路较为密集的平原地区,分布区的土壤质地以壤土最为广泛;林地多分布于坡度大于  $15^\circ$  的陡坡地,距居民点及乡级道路较远,其土壤质地以壤土为主;与林地相似,草地分布区的居民点和城镇也较稀少,土壤质地以壤土居多,但不同的是草地多分布于坡度介于  $5^\circ$  和  $15^\circ$  之间的缓坡地,距乡级道路较近;未利用地和水域多分布于坡度小于  $15^\circ$  的平地与缓坡地,土壤质地以沙壤土为主,周围城镇和居民点分布较少,离乡级和县级道路较远,但距离河流较近。

### 3.2.2 转化规则的设置

CLUE-S 模型允许使用者根据土地利用系统中不同土地利用类型变化的历史情况以及未来土地利用规划的实际情况通过参数 *ELAS* 设置不同土地利用类型的稳定程度,关于参

数 *ELAS* 的稳定性含义和如何设置请参阅文献[14]。参数 *ELAS* 的值介于 0 (适用于极易发生转化的地类,如撂荒地)和 1 (适用于不易发生转化的地类,如城乡工矿居民用地)之间,参数值越大,表示土地利用越稳定,对应的土地利用类型发生转变的概率就越小。该研究参照文献[10]的研究结果,对耕地与城乡工矿居民用地、林地、草地、未利用地与水域设置的 *ELAS* 参数值分别是 0.8、0.7、0.5 和 0.6;表明前两种地类相对较为稳定,发生转化的可能性较小;而后两种地类不太稳定,发生转化的可能性较大。文献[10]是笔者运用 CLUE-S 模型对科尔沁沙地及其周围地区 1985~2000 年土地利用的时空动态变化进行的模拟研究;其 *ELAS* 参数较好地表达了 1985~2000 年研究地区以上 4 种土地利用类型的稳定性。本研究假定未来 10 年各土地利用类型的稳定性不发生较大变化,故其 *ELAS* 参数的设置主要参照了 1985~2000 年各土地利用类型的稳定性情况。

### 3.2.3 动态模拟

假设以上逻辑斯蒂回归方程诊断出的 2000 年各土地利用类型分布格局与其影响因素之间的相互作用关系在短期内不发生变化,根据 2000 年各土地利用类型分布现状图,结合上面求得的数量需求变化,运用 CLUE-S 模型的空间模块对其变化进行空间定位分配,即可得到 2000~2010 年研究地区土地利用变化的两种不同情景,受篇幅限制,此处仅给出模拟预测结果中 2010 年研究地区的两种不同土地利用变化情景(图 3,见封三)。具体地讲,2000~2010 年研究地区不同土地利用类型数量需求变化的规划情景是由 2000 和 2010 年各土地利用类型的面积使用线性内插法求得,马尔柯夫情景是由马尔柯夫模型的预测结果直接给出。

### 3.2.4 模拟结果分析

将研究地区 2010 年的两种土地利用变化情景分别与 2000 年的土地利用分布现状图进行叠加,对比研究叠加结果(图 3)发现:①根据两种土地利用变化情景分析的共同结果,由扎鲁特旗向西南方向,经阿鲁科尔沁旗、巴林左旗、巴林右旗、林西县,一直到克什克腾旗东部,然后向南经赤峰市区西部至喀喇沁旗西部一线将是未来 10 年研究地区土地利用变化分布的“热点”区域,其土地利用变化类型主要包括草地转化为林地、耕地转化为林地,以及耕地转化为草地等;②根据马尔柯夫情景的分析结果,自巴林右旗南端向南经翁牛特旗、赤峰市区东部、喀喇沁旗东部,至宁城县东部沿线,以及研究地区东部和南部的局部区域存在草地转化为耕地的变化类型,说明如果按照马尔柯夫过程沿着过去 15 年的土地利用变化向前发展,未来 10 年以上区域将存在垦草种粮的可能,进而成为生态环境改善的潜在干扰,必须引起管理部门的关注;③根据 2010 年土地利用规划模拟情景分析,除以上沿线土地利用变化的“热点”以外,在研究地区的中部和东部也将发生显著的土地利用变化,变化类型主要是未利用地转变为林地、耕地转变为林地和未利用地转变为草地 3 类,说明要实现土地利用的规划目标,部分科尔沁沙地等严重的土地退化区域也需成为植树种草区,从植被生态学的角度讲,该项生态植被建设实现的难度较大,2010 年土地利用规划的科学性还须进一步论证。

## 4 讨论

该研究中对未来 10 年各土地利用类型数量变化的预测主要是基于两类数据得到的。其中马尔柯夫预测是根据航片和卫星影像等解译而得到的空间图形数据,而规划预测是根据各级统计年鉴中的统计数据。土地利用的空间图形数据主要是根据研究地区地表覆被物的光谱反射特性对其遥感图像进行解译获得,而统计数据主要由各级行政部门逐级上报得到,由于空间数据与统计数据获得途径不同,二者往往存在很大的偏差。就研究地区的耕地面积来说,2000 年由空间数据显示的耕地面积是 3 810 627hm<sup>2</sup>,而统计数据得到的面积仅为 2 018 298hm<sup>2</sup>,二者相差 1 792 329hm<sup>2</sup>,约占统计面积的 89%。统计数据明显偏低的原因主要是在从村到乡,再到旗(县)市逐级汇总的过程中,由于受农业税的影响,怕耕地报多了多纳税,因此,在上报耕地统计数据时,一般将低产田、边角地、零星小地块、林耕间作地和新开

荒地等隐瞒不报 ;此外 ,空间数据与统计数据之地类划分标准稍有不同 ,也是造成二者数量偏差的一个方面。数据源的不同也可能是造成两种情景巨大差别的一个原因。

根据规划情景 ,在研究地区的中部和东部也将发生显著的土地利用变化 ,变化类型主要是未利用地转变为林地、耕地转变为林地和未利用地转变为草地 3 类。由野外考察得知 ,以上区域的土壤质地主要属于沙土 ,是科尔沁地区沙漠化土地的集中分布区 ,其水分等自然条件较差 ,在如此瘠薄干旱的土地上进行大面积造林的可行性是一个值得探讨的问题。此外 ,根据规划数据 ,至 2010 年研究地区的林地将占土地总面积的 26.76% ,在典型的农牧交错区规划如此之高的林地比重 ,规划的科学性也令人质疑。

## 5 结论

CLUE-S 模型是进行区域土地利用变化分析的有效工具。在该模型的支持下 ,本文分别对研究地区未来 10 年土地利用变化的马尔柯夫情景和规划情景进行了研究 ,指出了以上两种情景下土地利用变化的共同之处及差异。研究结果可以为完善科尔沁沙地及其周围地区土地利用变化的动态管理提供一定的科学依据。

## 参考文献 (References) :

- [1] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-use and land-cover change. Implementation Strategy[R]. IGBP report No.48, I-HDP report No.10, 1999.
- [2] A Veldkamp, E F Lambin. Predicting land-use change[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2001, 85: 1~6.
- [3] 蔡运龙. 土地利用/土地覆被变化研究: 寻求新的综合途径[J]. 地理研究, 2001, 20(6): 645~652. [CAI Yun-long. A study on land use/cover change: the need for an integrated approach. *Geographical Research*, 2001, 20(6): 645~652.]
- [4] 赵哈林, 赵学勇, 张铜会, 等. 北方农牧交错带的地理界定及其生态问题[J]. 地球科学进展, 2002, 17(5): 739~747. [ZHAO Ha-lin, ZHAO Xue-yong, ZHANG Tong-hui, et al. Boundary line on agro-pasture zigzag zone in northern China and its problems on eco-environment. *Advance in Earth Sciences*, 2002, 17(5): 739~747.]
- [5] 乌兰图雅. 20 世纪科尔沁的农业开发与土地利用变化[J]. 自然资源学报, 2002, 17(2): 157~161. [WULAN Tu-ya. The development of agriculture and changes of land use in Horqin in the 20th century. *Journal of Natural Resources*, 2002, 17(2): 157~161.]
- [6] 王守春. 10 世纪末西辽河流域沙漠化的突进及其原因[J]. 中国沙漠, 2000, 20(3): 238~242. [WANG Shou-chun. Fastly development and causes of desertification in west Liaohe river basin of Inner Mongolia during the later 10th century. *Journal of Desert Research*, 2000, 20(3): 238~242.]
- [7] 王涛, 吴薇. 我国北方的土地利用与沙漠化[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 355~358. [WANG Tao, WU Wei. Land use and sandy desertification in northern China. *Journal of Natural Resources*, 1999, 14(4): 355~358.]
- [8] 董光荣, 吴波, 慈龙骏, 等. 我国荒漠化现状、成因与防治对策[J]. 中国沙漠, 1999, 19(4): 318~324. [DONG Guang-rong, WU Bo, CI Long-jun, et al. Present situation, cause and control way of desertification in China. *Journal of Desert Research*, 1999, 19(4): 318~324.]
- [9] 王涛, 朱震达. 我国北方沙漠化的若干问题[J]. 第四纪研究, 2001, 21(1): 56~65. [WANG Tao, ZHU Zhen-da. Some problems of desertification in northern China. *Quaternary Sciences*, 2001, 21(1): 56~65.]
- [10] 张永民, 赵士洞, 张克斌. 科尔沁沙地及其周围地区土地利用变化的时空动态模拟[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(3): 68~73. [ZHANG Yong-min, ZHAO Shi-dong, ZHANG Ke-bin. Simulation of changes in spatial pattern of land use in Horqin Desert and its outer area. *Journal of Beijing Forestry University*, 2003, 25(3): 68~73.]
- [11] 张永民, 赵士洞. 近 15 年科尔沁沙地及其周围地区的土地利用变化分析[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 174~181. [ZHANG Yong-min, ZHAO Shi-dong. Analysis of land use change in Horqin sandy land and its surrounding area during the past 15 years. *Journal of Natural Resources*, 2003, 18(2): 174~181.]
- [12] 乌云娜, 裴浩, 白美兰. 内蒙古土地沙漠化与气候变化和人类活动[J]. 中国沙漠, 2002, 22(3): 292~297. [WUYUN Na, PEI

- Hao,BAI Mei-lan.Relationship between sandy desertification and climatic change,human activity in Inner Mongolia.  
*Journal of Desert Research*,2002,22(3):292~297.]
- [13] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996.[LIU Ji-yuan.Investigation and Research of Resource and Environment in China Based on Remote Sensing.Beijing:Science Press,1996.]
- [14] Verburg P H,Soepboer W,Veldkamp A,*et al.*Modeling the spatial dynamics of regional land use:the CLUE-S model [J].  
*Environmental Management*,2002,30(3):391~405.
- [15] A Veldkamp,L O Fresco.CLUE:a conceptual model to study the conversion of land use and its effects[J].*Ecological Modelling*,1996,85:253~270.
- [16] R Gil Pontius Jr,Laura C Schneider.Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts,USA[J].*Agriculture,Ecosystems and Environment*,2001,85:239~248
- [17] 王济川,郭志刚. Logistic 回归模型——方法与应用[M].北京:高等教育出版社,2001.[WANG Ji-chuan,GUO Zhi-gang. Logistic Regression Models:Methods and Application.Beijing:Higher Education Press,2001.]

## Scenario analysis of land use change in Horqin Desert and its surrounding area

ZHANG Yong-min<sup>1</sup>, ZHAO Shi-dong<sup>1</sup>, P.H. Verburg<sup>2</sup>

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101,China;

2. Department of Environmental Sciences, Wageningen University, P.O. Box 37,

6700 AA Wageningen, The Netherlands)

**Abstract:** Horqin desert and its surrounding area(41°17'~45°24' N ,116°21'~123°30' E), located in the eastern part of agro-pasture transitional zone in northern China,is an area sensitive to environmental change due to transitional location and the high potential for sandy desertification.During the past decades,the rapid expansion of sandy desertification in this area has greatly accelerated the processes of environmental change,leading to deterioration of the eco-environmental conditions in northern China.Land-use and land-cover change is the center of the interests of the science of global environmental change,and thus has aroused increasing attention of scientists worldwide.

Based on the understanding to land use dynamics between 1985 and 2000,land use patterns in 2000,and land use planning data for 2010,a model,CLUE-S,was implemented for modeling land use change in the Horqin Desert and its surrounding area.With the help of this CLUE-S model,two scenarios of land use change,one was based on Markov process and the other on land use planning of the government,were explored for the period from 2000 to 2010.Then,major land use changes were identified for each scenario by overlaying each simulated land use map of 2010 with land use map of 2000.Some of the implications of each scenario were analyzed and presented in this paper.The main conclusions of the study are drawn as follows.

Common land use changes in the period between 2000 and 2010 according to the two scenarios will take place along the line which starts from the central part of Jarud Banner turning southwestwards,through Ar Horqin Banner,Bairin Left Banner,Bairin Right Banner,Linxi county till the eastern part of Hexigten Banner,then turning southwards through the western part of Chifeng city and ending in the western part of Harqin Banner.The main types of potential land use change include the conversion from grassland to forestland,from cultivated land to forestland



and from cultivated land to grassland. Apart from these results that are similar to both scenarios, each scenario also has its own characteristics on land use change from 2000 to 2010.

According to the Markov scenario, conversion from grassland to cultivated land will occur along the line from the southern part of Bairin Right Banner turning southwards through the eastern part of Chifeng city and Harqin Banner till the eastern part of Ningcheng county. This indicates that if land use change from 1985 to 2000 can be viewed as a Markov process and the changing trend will continue in the following 10 years, it is mostly likely that some grassland on both sides of the above line will be cultivated. In addition, the same conversion will also occur in some local areas in the central and eastern parts of the study area. Furthermore, the cultivation of grassland may be a potential disturbance to local environment and great attention should be taken to by government.

According to the scenario representing planned changes, three major land use changes: from un-used land to forestland, from cultivated land to forestland and from unused land to grassland, will take place in central and eastern parts of the study area. This shows that it will be necessary to plant trees or grass in some seriously degraded areas of Horqin Desert to complete the planned task of land use. It is difficult to implement this engineering project of revegetation from the view point of ecology. The study suggests that the land-use planning from 1997 to 2010 should be discussed again due to lack of ecological considerations.

**Key words:** Horqin Desert; land use change; CLUE-S model; scenario analysis