

## 北方典型草原区近30年土地覆被变化研究 ——以锡林浩特市为例

杨霞<sup>1,2</sup> 卫智军<sup>1</sup> 运向军<sup>3\*</sup>

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 呼和浩特 010010;

2. 内蒙古土地调查规划院, 呼和浩特 010020;

3. 中国农业科学院 草原研究所, 呼和浩特 010021)

**摘要** 首次对锡林浩特市30年来土地利用/覆被变化情况进行系统研究,为锡林郭勒大区域内提供时间长跨度、空间小尺度的案例研究。采用定量分析与数学统计模型相结合的方法,采用土地利用数量变化模型、程度变化模型和结构的空变化模型对分类系统中的Ⅰ级土地利用类型进行分析研究。1)锡林浩特市土地利用变化明显;2)测算得到各土地利用类型的变化幅度、单一动态度、综合动态度、土地开发度、土地耗减度等指标显示,锡林浩特市2000—2010年是土地利用变化较大的时期;3)影响锡林浩特市土地利用变化的主导因素是国家政策的调整。锡林浩特市30年来土地利用程度呈现逐年提高趋势,土地利用程度变化量指标和土地利用程度变化率指标均大于0,表明锡林浩特市土地利用正处于迅速发展时期。

**关键词** 土地利用/覆被变化;锡林浩特市;动态变化

中图分类号 F 33/37.11

文章编号 1007-4333(2015)04-0196-09

文献标志码 A

## The changes of land use and vegetation during recent 30 years in steppe grassland of Xilinhot, Inner Mongolia

YANG Xia<sup>1,2</sup>, WEI Zhi-jun<sup>1</sup>, YUN Xiang-jun<sup>3\*</sup>

(1. College Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010010, China;

2. Institute of Land Survey and Planning of Inner Mongolia, Hohhot 010020, China;

3. Institute of Grassland Research of CAAS, Hohhot 010021, China)

**Abstract** This paper is concerned on systematically calculating and analyzing the changes of land use and vegetation between 1980 and 2010 in Xilinhot. The aim was to provide a long time span, small-scale empirical case space for Inner Mongolia region of LUCC research. The used methods included mathematical and statistical analysis and quantitative analysis. The land types were cropland, forestland, grassland, wetland, construction land, and unused land. The measured eight indicators were the magnitude of land-use change, single land use dynamic degree, comprehensive land use dynamic degree, land use and development degree and depletion of the land use, the composite index of land use degree, the amount of land use change degree and the rate of land use change degree. The results showed that the land use in Xilinhot changed significantly during 30 years. The national domestic policies was the dominant factor which affected the land use change. Xilinhot was currently at land use development period. The amount of land use change degree and the rate of land use change degree were all greater than 0, and with an upward tendency. It was evident that Xilinhot was currently in the development stage of land use.

**Key words** land use; vegetation; Xilinhot; dynamic changes

收稿日期: 2014-10-20

基金项目: 中国农业科学院创新工程草原非生物灾害防灾减灾团队(CAAS-ASTIP-IGR2015-04); 内蒙古自治区自然科学基金项目(2014BS0329); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(1610332014010); 国家自然科学基金地区项目(31460126)

第一作者: 杨霞, 工程师, 在读博士研究生, 主要从事草地生态与管理研究, E-mail: yangxia005@163.com

通讯作者: 卫智军, 教授, 主要从事草地生态与放牧管理研究, E-mail: yunxiangjun@126.com

土地利用/覆盖变化问题是关系到全球和区域可持续发展的关键问题,是当前国内外全球环境变化研究的重点与热点领域<sup>[1]</sup>。《LUCC 科学研究计划<sup>[2]</sup>》提出3个研究焦点:一是土地利用变化机制的个例比较分析,二是土地覆被变化机制的直接观测与诊断模型,三是区域和全球的综合评价模型。国内外对土地利用/覆盖变化研究方面的方法各有不同,相对较成熟的有遥感影像提取方法、GIS方法、模型方法和数理统计方法等。近年来,随着国际上有关LUCC的研究项目大量展开,我国也在许多区域开展了土地利用变化的监测与驱动力研究,并取得了不少的成果。主要有以下几个方面:利用遥感影像对LUCC的监测分析、LUCC研究数据库构建、LUCC对农业生态系统及全球变化的影响、LUCC驱动力研究以及LUCC建模等。然而,针对锡林浩特市LUCC及生态响应方面的研究成果较少,多以土地利用动态变化研究为主,在对生态系统影响方面的分析研究几乎没有。李月臣等<sup>[3]</sup>利用1995—2000年土地利用/覆盖数据对锡林浩特市的土地利用/覆盖变化进行研究,认为锡林浩特草场资源退化趋势明显,未利用地不断增加,草场资源向着恶性方向发展。金良<sup>[4]</sup>对位于锡林浩特市境内的锡林郭勒自然保护区土地动态变化进行研究,发现保护区的土地明显退化,个别地方的土地退化现象在2000年后得到了遏制。徐广才等<sup>[5]</sup>和包塔娜<sup>[6]</sup>分别对锡林郭勒盟土地利用动态变化进行了研究,徐广才等<sup>[5]</sup>认为,1995—2000年,锡林郭勒盟草地退化与改善并存;包塔娜<sup>[6]</sup>研究发现,1975—2009年草地和其他地类之间转化较多,经济发展、人口增长和政策等是锡林郭勒盟土地利用变化的主要驱动因素。

锡林浩特市作为典型的草原景观城市和资源型城市,处于我国北方典型草原腹地,由于降水偏少,年际不均,变率较大,水热失衡等自然条件,是生态环境极易受到干扰的脆弱及敏感地区,自2000年生态退耕和生态工程建设等国家政策实施以来,锡林浩特市林草面积不断增大,尤其在浑善达克沙地地区,生态环境得到有效的改善<sup>[7]</sup>,但草原退化沙化趋势尚未从根本上得到扭转,草地退化、物种多样性减少、土地生产力降低现象仍然存在。

土地利用/覆被变化涉及因素多,变化过程复杂,对不同方法、不同尺度等级土地利用/覆被变化的研究结果也不同<sup>[8]</sup>。目前的研究多集中在对某个

流域、农业区或者生态保护区进行研究,对以行政区划为单位,包含多种生态系统的区域研究较少。本研究应用当前国内较为成熟的土地利用时空变化研究模型,对锡林浩特市30年土地利用/覆盖变化进行研究,通过了解全市不同植被类型与土地利用方式下各种土地类型的数量变化及其空间分布随时间的演变情况,研究这种变化对生态环境的影响与反馈,以期对草原型和资源型城市的LUCC研究提供实证案例。

## 1 研究区概况

锡林浩特市地处我国北部边疆,内蒙古自治区中部,锡林郭勒草原腹地,是我国北方的典型草原区。地理坐标为东经 $115^{\circ}15'30''\sim 117^{\circ}3'45''$ ,北纬 $42^{\circ}57'30''\sim 44^{\circ}55'00''$ ,东邻西乌珠穆沁旗,东南与内蒙古赤峰市克什克腾旗相连,南与正蓝旗接壤,西依阿巴嘎旗,北与东乌珠穆沁旗为邻,是锡林郭勒盟行政公署驻地,土地总面积 $1.48$ 万 $\text{km}^2$ 。锡林浩特市地势南高北低。属中温带半干旱大陆性气候,年均气温 $1.7^{\circ}\text{C}$ ,多年平均降水量 $295$  mm,年日照时数 $2877$  h。境内有锡林高勒等河流,该区域是世界上温带草原中原生植被保存最完整、草地类型最多、饲用植物资源最丰富的天然草原,境内锡林郭勒国家级草原自然保护区是全国唯一被联合国纳入国际生物圈监测体系的草地类自然保护区。矿产资源以石油、煤炭为主,铬、铁、铜、钨、银、萤石等金属和非金属矿藏储量大、品位高。目前,畜牧业是锡林浩特市的基础产业,煤、电、油、乳、肉、矿、建材和生物制品为锡林浩特市的支柱产业。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 影像数据来源及处理

遥感影像数据为1980、2000、2005和2010年影像,其中1980和2000年为“环境一号”卫星影像,分辨率 $30$  m,2005和2010年为Landsat TM影像,分辨率为 $2.5$  m。

处理方法:采用ENVY软件进行影像处理,ArcGIS软件进行数据解译分析,主要步骤为首先进行波段的组合,其次为影像的几何校正、图像裁剪和图像增强处理,最后进行几何精校正与镶嵌。以锡林浩特市 $1:10$ 万地形图为基准,控制点配准精度要求在 $0.5$ 像元以内,均匀选取 $10\sim 15$ 个控制点(GCP),投影系统选用UTM投影系统<sup>[1,9-11]</sup>,对

2010年锡林浩特市遥感影像进行几何精校正。将校准后2010年锡林浩特市影像作为基准图,对其2005、2000和1980年3期遥感影像进行几何校准。土地利用类型获取采用人机交互的人工目视遥感影像解译方法。遥感影像的判读解译过程中,充分结合2010年锡林浩特市农村土地数据库和土地利用现状图及野外考察结果,确定土地利用类型。利用ArcGIS 10.0软件形成2010年、2005年、2000年和1980年4期锡林浩特市土地利用现状图和数据库,采用分类统计方法与空间叠置分析,得到全市4期土地类型解译数据和土地动态变化信息。

## 2.2 研究方法

土地分类体系确定结合中国科学院完成的国家基本资源与环境遥感调查数据库的分类体系和最新《土地利用现状分类》(GB/T 21010),根据锡林浩特市土地资源的性质与特点,制定锡林浩特市土地利用/覆被变化研究的土地利用分类标准,即耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地的土地利用类型,共6个I级类,10个II级类。本研究运用土地数量变化模型、土地程度变化模型和土地结构的空变化模型对I级土地类型进行分析<sup>[1]</sup>。分析指标包括各类型土地利用的:单一动态度、变化幅度、综合动态度、开发度、耗减度、土地利用程度综合指数和综合变化量以及变化率<sup>[1]</sup>。

### 2.2.1 土地利用数量变化分析

1) 土地利用数量变化分析模型<sup>[11-12]</sup>:

$$K = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中:K,土地利用变化幅度;T,研究时段;U<sub>1</sub>,研究期初面积;U<sub>2</sub>,研究期末面积。

2) 土地利用变化速度分析模型

单一土地利用动态度反映研究区内一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况<sup>[1]</sup>,其表达式为:

$$K = \frac{U_a - U_b}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中:K,研究期内研究区某一土地利用类型的动态度;U<sub>a</sub>、U<sub>b</sub>,研究期初和期末该土地利用类型的面积;T,研究时段。当T的时段定为年时,K,该土地利用类型的年变化率<sup>[1,13]</sup>。

通过土地利用综合动态度来反映研究区土地利用变化的剧烈程度,测算模型:

$$LC = \left[ \left( \sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j} \right) / \left( 2 \sum_{i=1}^n LU_i \right) \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (3)$$

式中: $\Delta LU_{i-j}$ ,研究时段内第*i*类土地利用类型转为非*i*类土地利用类型面积的绝对值;LU<sub>*i*</sub>,研究期初第*i*类土地利用类型的面积;T,研究时段,当T的时段定为年时,LC的值就是该研究区土地利用年变化率<sup>[1,14]</sup>。

3) 土地利用开发度表示单位时间内某种土地利用类型实际被开发的程度,其表达式为:

$$LUD = \frac{LA(I, t_2) - ULAI}{LA(I, t_1)} \times \frac{1}{(t_2 - t_1)} \times 100\% \quad (4)$$

4) 土地利用耗减度表示单位时间内某种土地利用类型被实际耗减的程度,其表达式为:

$$LUC = \frac{LA(I, t_1) - ULAI}{LA(I, t_1)} \times \frac{1}{(t_2 - t_1)} \times 100\% \quad (5)$$

式中:LA(I, t<sub>2</sub>) - ULAI,监测期间第*i*种土地利用类型新增的面积,即其他非*i*类土地利用类型转化为第*i*类土地利用类型的面积总和;LA(I, t<sub>1</sub>) - ULAI,监测期间第*i*种土地利用类型被转移的面积,即第*i*种土地利用类型转化为其他非*i*类土地利用类型的面积总和;LA(I, t<sub>1</sub>),监测期初第*i*种土地利用类型的面积;LA(I, t<sub>2</sub>),监测期末第*i*种土地利用类型的面积;ULAI,监测期间第*i*种土地利用类型未变化部分的面积。

### 2.2.2 土地利用程度变化分析模型

土地利用程度计算模型:

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad L \in [100, 400] \quad (6)$$

土地利用程度变化量计算表达式:

$$\Delta L_{b-a} = L_b - L_a = 100 \times \left[ \sum_{i=1}^n A_i C_{ib} - \sum_{i=1}^n A_i C_{ia} \right] \quad (7)$$

土地利用程度变化率计算表达式:

$$R = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n A_i C_{ib} - \sum_{i=1}^n A_i C_{ia} \right]}{\sum_{i=1}^n A_i C_{ia}} \quad (8)$$

式中:L,某区域土地利用程度综合指数,数值越大说明土地集约利用的单一化程度越高,数值越低说明区域土地利用集约程度越差,土地类型越多<sup>[1,15]</sup>;A<sub>*i*</sub>,区域内第*i*级土地利用程度分级指数;C<sub>*i*</sub>,研究区域内第*i*级土地利用程度分级面积百分比;n,土地利用程度分级数;ΔL<sub>*b-a*</sub>,土地利用变化量;R,土

地利用变化率;  $L_b, L_a, a$  时间和  $b$  时间的区域土地利用程度综合指数;  $C_a, C_b$ , 某区域  $a$  时间和  $b$  时间第  $i$  级土地利用程度面积百分比。如  $\Delta L_{b-a} > 0$ , 或  $R > 0$ , 则该区域土地利用处于发展时期, 否则处于调整期或衰退期<sup>[1]</sup>。

### 3 土地利用/覆被动态变化结果分析

土地利用/覆被动态变化分析主要从土地利用数量、程度以及空间结构 3 个方面的变化进行<sup>[16]</sup>。

本研究从这 3 个方面分析锡林浩特市近 30 年土地利用变化的特征。

#### 3.1 土地利用数量变化分析

##### 3.1.1 土地利用变化幅度分析

土地利用变化幅度是指一定区域内、一定时间内土地利用类型在面积上的变化幅度, 它能反映不同类型土地在总量上的变化, 可了解土地利用变化总的态势和土地利用结构的变化<sup>[17-18]</sup> (采用式(1)进行测算, 表 1)。

表 1 1980—2010 年锡林浩特市土地利用净变化  
Table 1 1980—2010 the net change of land use in Xilinhot

土地利用类型 Land type	1980—2000 年		2000—2005 年		2005—2010 年	
	变化面积/hm <sup>2</sup>	变化幅度/%	变化面积/hm <sup>2</sup>	变化幅度/%	变化面积/hm <sup>2</sup>	变化幅度/%
	Changed area	Changed rate	Changed area	Changed rate	Changed area	Changed rate
耕地	4 222.43	23.19	13 691.55	61.05	-17 651.15	-48.87
林地	553.13	20.87	47.02	1.47	26 732.32	822.49
草地	-3 928.71	-0.30	-12 929.01	-0.98	18 331.56	1.40
水域	1 774.20	38.28	-3.65	-0.06	-1 653.35	-25.81
建设用地	170.59	2.85	2 472.22	40.13	5 799.81	67.19
未利用土地	-2 791.63	-2.34	-3 278.12	-2.81	-31 559.19	-27.82

从表 1 可以看出, 30 年来, 锡林浩特市各土地利用类型呈现前 20 年变化小、后 10 年变化大的现象, 尤其 2005—2010 年, 各类用地类型变化幅度在 3 个时段内最大。林地与建设用地在 3 个时段内均呈现增加趋势, 耕地与水域呈现出先增加后减少趋势, 草地呈现先减少后增加趋势, 未利用地呈现减少趋势。在各利用类型中, 林地变化幅度最大, 尤其在 2005 年后, 林地净增面积 26 732.32 hm<sup>2</sup>, 增长了 8 倍之多。建设用地在 3 个时段内分别以年均 2.85%、40.13% 和 67.19% 加速增加。耕地以 2005 年为分界点先增后减, 2005 年前增加幅度高于 2005 年后减少幅度。未利用地一直处于减少趋势, 2005 年后减少幅度较大。草地变化幅度最小, 但变化量较大, 同样表现为 2005—2010 年变化最大。

##### 3.1.2 土地利用变化速度分析

土地利用变化速度分析包括土地利用动态度、开发度和耗减度 3 个指数。这 3 个指数分别是用于对土地利用动态变化速度、新开发速度和被耗费率

度的度量, 从净变化和实际变化两方面对研究区土地利用变化速度进行研究<sup>[1]</sup>。

土地利用动态度能较好反应土地利用的净变化速度, 但由于增减变化的抵消, 这种净变化速度在一定程度上掩盖了土地利用变化的真实情况。因此, 增加土地利用开发度和耗减度, 揭示各类型在研究时段内土地利用实际新开发(增加)和实际被耗减(减少)的速率<sup>[1, 19-21]</sup>。测算结果见表 2。

1) 单一土地动态度结果显示, 研究期内, 锡林浩特市林地增长速度最快, 年均增长 44.84%, 尤其在 2005 年之后, 以林地 1.6 倍速度增长; 建设用地呈增长趋势, 年均增长 6.13%, 2005 年之后以 13.44% 的速度增长; 耕地呈现出先增加后减少, 1980—2000 年增长缓慢, 2000—2005 年以 12.21% 的速度增长, 2005 年之后则又以 9.77% 速度减少; 草地表现为先减少后增加, 变化幅度均比较小; 水域表现为先增加后减少, 而且在 2000—2005 年间变化不明显; 未利用地以年均 1.37% 的速度减少, 而且, 在 2005—2010 年减少速度较快。

表2 1980—2010年锡林浩特市土地利用动态变化指数  
Table 2 1980—2010 dynamic change index of land use in Xilinhot %

土地利用类型 Land type	1980—2000年			2000—2005年			2005—2010年			1980—2010年
	单一动态 Dynamic change of sigle type	土地开发度 Land development degree	土地耗减度 Land depletion degree	单一动态 Dynamic change of sigle type	土地开发度 Land development degree	土地耗减度 Land depletion degree	单一动态 Dynamic change of sigle type	土地开发度 Land development degree	土地耗减度 Land depletion degree	
耕地	1.78	2.21	0.94	12.21	9.67	3.36	-9.77	1.15	12.75	0.06
林地	1.61	15.48	2.07	0.29	107.45	0.24	164.50	0.71	6.36	44.84
草地	-0.02	0.04	0.04	-0.20	0.27	0.26	0.28	0.00	0.55	0.00
水域	2.94	0.42	0.04	-0.01	2.48	0.11	-5.16	0.55	9.97	0.11
建设用地	0.22	0.44	0.51	8.03	1.84	0.21	13.44	0.18	4.59	6.13
未利用土地	-0.18		0.13	-0.56		0.57	-5.56		7.10	-1.37
综合动态度	0.03	0.17	0.71							

2) 土地开发度结果显示,所有地类在2000—2005年土地开发度均高于其他时期。

3) 土地耗减度结果显示,3个时段内,耕地、水域和未利用地耗减度呈现为逐渐增加。1980—2000年,耕地、林地和建设用地耗减度较大;2000—2005年,耕地和未利用地耗减度较大;2005—2010年,耕地、水域和未利用地耗减度较大。

4) 从综合动态度测算结果得到3个时段土地利用变化速度分别0.03%、0.17%和0.71%,表明1980—2010年土地利用变化速度逐年加快,尤其2005—2010年是锡林浩特市土地利用变化速度最快的时期。

### 3.2 土地利用程度变化分析

土地利用程度反映了土地利用的广度和深度,该指标不仅反映土地利用的自然属性,也反映了人

类对土地利用的影响程度。土地利用程度及其变化量和变化率可定量地揭示该范围土地利用的综合水平和变化趋势。土地利用程度可用土地利用程度综合指数来反映,将土地利用程度按照土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡状态分为4级,并赋予分级指数。其中,未利用土地分级指数为1,林地、草地、水域为2,耕地为3,建设用地分级指数为4<sup>[22]</sup>。

根据式(6)~(8),得出锡林浩特市1980、2000、2005和2010年土地利用程度综合指数以及土地利用程度变化量和土地利用程度变化率(表3)。

从表3可以看出,锡林浩特市自1980年以来土地利用程度综合指数呈现逐年提高趋势,说明在社会经济发展和城市化水平不断提高的状况下,该地

表3 1980—2010年锡林浩特市土地利用程度变化情况表  
Table 3 1980—2010 extent of land use change in Xilinhot

年份 Year	土地利用程度变化综合指数 Li Comprehensive index of land use change	时段 Date	土地利用程度变化量 Extent of land use	土地利用程度变化率 R/% Rate of land use
1980	193.96	1980—2000年	0.50	0.26
2000	194.45			
2005	195.94	2005—2000年	1.48	0.76
2010	197.66	2010—2005年	1.73	0.88

区土地利用集约化程度也在逐渐提高,人们通过不断地改变现有土地利用类型,使土地利用方式朝着经济效益更高的利用类型发展。锡林浩特市1980—2000年、2000—2005年和2005—2010年3个时段内,土地利用程度变化量分别为0.50、1.48和1.73,土地利用程度变化率为0.26%、0.76%和0.88%。3个研究时段土地利用程度变化量和土地利用程度变化率全部大于0,而且呈现逐阶段上升趋势,表明锡林浩特市正处于土地利用发展时期。

### 3.3 土地利用空间变化分析

利用 ArcGIS 软件中空间分析功能对锡林浩特市1980、2000、2005和2010年3期土地利用变化数据进行空间叠置分析,得到锡林浩特市1980—2010土地利用现状(图1)和土地利用类型转移矩阵(表4~表6)。

表4中得出,耕地和林地主要转变为了草地,草地则大部分转化为了耕地和建设用地,未利用地主要转为耕地和水域用地;建设用地增加主要来源为林地、草地和未利用地。从各类型变化量上来看,耕地和草地的变化量最大,变化量分别为8670.01和9655.32 hm<sup>2</sup>,其他类型变化量较小,分别为:林地716.86 hm<sup>2</sup>、水域1827.94 hm<sup>2</sup>、建设用地959.61 hm<sup>2</sup>、未利用地2468.38 hm<sup>2</sup>;从变化率上来看,1980—2000年,有12.22%耕地、26.92%林地、0.52%草地、0.58%水域、6.59%建设用地和1.63%未利用地发生了变化。从空间上来看,在锡林浩特市东部和南部的毛登牧场与白音锡勒牧场以开垦草地转为耕地的利用方式为主,并伴随有开垦后无法持续利用而弃耕现象。这一时期,南部草地也有不同程度的退化。

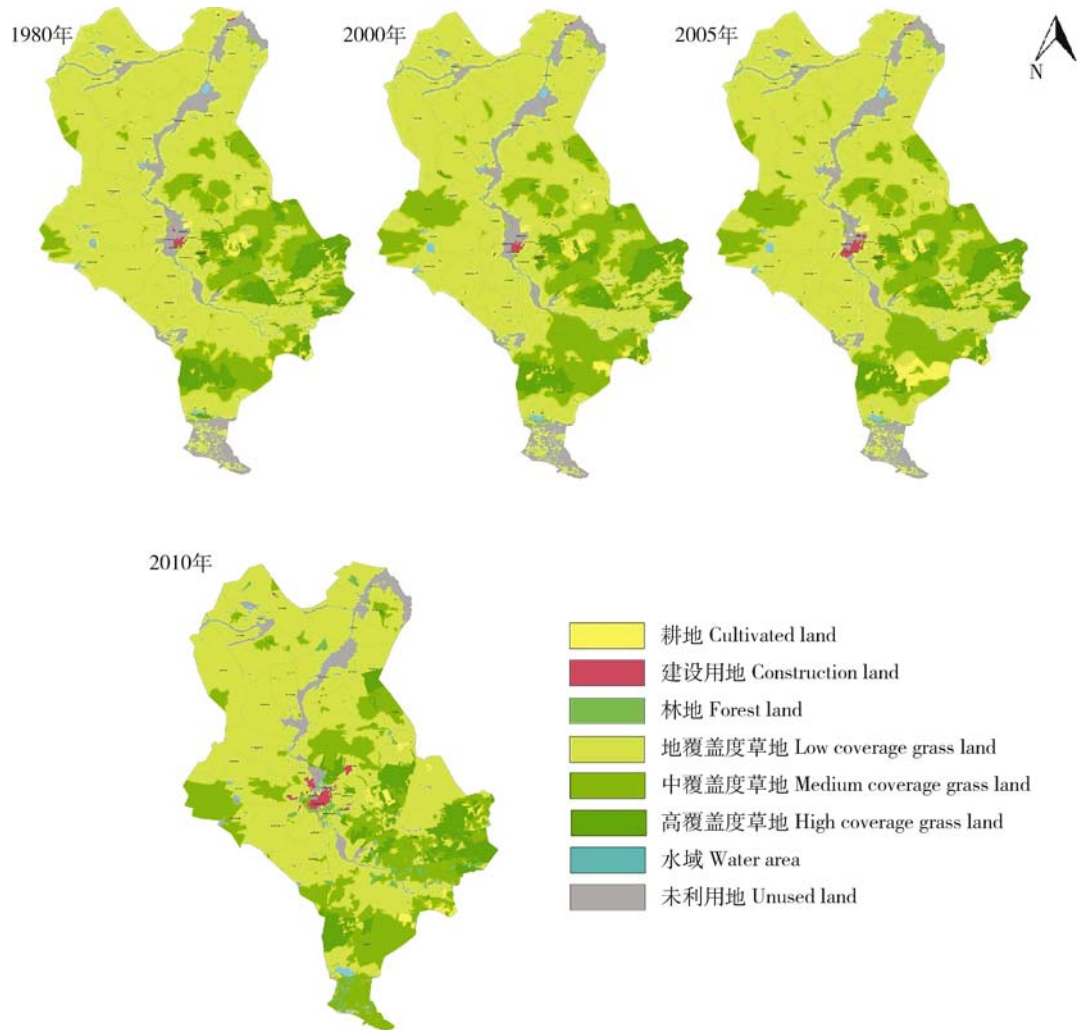


图1 锡林浩特市4期土地利用现状示意图

Fig. 1 Land use present map of three period in Xilinhot

表4 锡林浩特市1980和2000年土地利用类型转移面积和转移比率矩阵

Table 4 Transfer of land use types and area ratio matrix in 1980—2000 in Xilinhot

土地类型 Land type	2000年					
	耕地 Cultivated land	林地 Forest land	草地 Grass land	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land
1980年 耕地	15 981.47 (87.78)	3.41(0.02)	2 142.20(11.77)	0(0)	0(0)	78.18(0.43)
林地	0(0)	1 936.59(73.08)	315.93(11.92)	396.65(14.97)	0.87(0.03)	0(0)
草地	6 094.49(0.46)	0(0)	1 320 374.55 (99.4)	77.40(0.01)	478.72(0.04)	190.64(0.01)
水域	0(0)	0(0)	18.21(0.39)	4 608.27(99.42)	0(0)	8.84(0.19)
建设用地	0(0)	0(0)	152.80(2.55)	0(0)	5 594.77(93.41)	241.71(4.04)
未利用地	351.73(0.29)	0(0)	184.93(0.15)	1 326.84(1.11)	85.51(0.07)	117 580.58(98.37)

表5 锡林浩特市2000和2005年土地利用类型转移面积和转移比率矩阵

Table 5 Transfer of land use types and area ratio matrix in 2000—2005 in Xilinhot

土地类型 Land type	2005年					
	耕地 Cultivated land	林地 Forest land	草地 Grass land	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land
2000年 耕地	18 657.09 (83.19)	0(0)	3 704.41(16.52)	0(0)	24.61(0.11)	41.58(0.19)
林地	0(0)	3 165.26(98.82)	37.90(1.18)	0(0)	0(0)	0(0)
草地	16 667.77(1.26)	84.92(0.01)	1 306 097.31 (98.70)	31.20(0.002)	405.89(0.03)	0(0)
水域	0(0)	0(0)	33.87(0.53)	6 375.02(99.46)	0(0)	0.63(0.01)
建设用地	18.18(0.30)	0(0)	46.52(0.76)	0(0)	6 094.25(98.93)	0.92(0.01)
未利用地	776.19(0.66)	0(0)	437.72(0.37)	0(0)	2 107.35(1.81)	113 416.69 (97.15)

表5结果表明,土地变化仍然集中在耕地与草地之间的转换,并且未利用地开发程度加大,主要转为了建设用地。从变化量上来看,仍然为耕地和草地的变化量最大,变化量分别为21 232.74和21 450.20  $\text{hm}^2$ ,建设用地和未利用地变化量较上个时段增加,变化量分别为2 603.47和3 364.39  $\text{hm}^2$ ,林地和水域的变化量较小,分别为122.82  $\text{hm}^2$ 和65.70  $\text{hm}^2$ 。从变化率上来看,2000—2005年,有16.81%耕地、1.18%林地、1.30%草地、0.54%水域、1.07%建设用地和2.85%未利用地发生了变化。从空间变化上来看,白银库伦牧场草地开垦现象严重,毛登牧场及白音锡勒牧场草地开垦现象较少,虽然国家开始实施生态退耕,但

效果不明显。同时,2000年后,锡林浩特市资源开采力度加大,城市经济实力不断提升,城市周边的耕地一方面由于城市规模扩大而被占用,另一方面,由于气候水资源条件恶劣,耕地无法持续利用也被弃耕。

表6结果表明,在2005—2010年,是锡林浩特市土地利用变化较为复杂的几年,各地类之间均有不同程度的转换,以林地、建设用地增加和耕地、草地减少尤为突出。从变化量上来看,草地变化量最大,达到90 295.23  $\text{hm}^2$ ,未利用地变化量次之,为48 967.13  $\text{hm}^2$ ,最后为耕地和林地,变化量分别为28 409.25、28 826.16  $\text{hm}^2$ ,建设用地和水域变化最小,分别为4 258.13、9 765.52  $\text{hm}^2$ 。从变化率上来

表6 锡林浩特市2005和2010年土地利用类型转移面积和转移比率矩阵  
Table 6 Transfer of land use types and area ratio matrix in 2005—2010 in Xilinhot

土地类型 Land type	2010年					
	耕地 Cultivated land	林地 Forest land	草地 Grass land	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land
耕地	13 089.03 (36.24)	1 522.48(4.22)	21 268.34 (58.88)	0(0)	211.06(0.58)	28.33(0.08)
林地	3.41(0.10)	2 216.52(68.20)	198.32(6.10)	831.93(25.60)	0(0)	0(0)
草地	4 440.68(0.34)	20 285.14(1.55)	1 274 599.66 (97.27)	103.34(0.01)	5 634.00(0.43)	5 295.26(0.40)
水域	0(0)	0(0)	92.69(1.45)	3 213.46(50.16)	0(0)	3 099.72(48.39)
建设用地	157.95(1.83)	54.91(0.64)	1 486.91(17.23)	2.42(0.03)	6 649.23(77.03)	280.67(3.25)
未利用地	777.00(0.68)	5 929.97(5.23)	31 490.55 (27.75)	128.03(0.11)	1 937.60(1.71)	73 196.68 (64.51)

看,各地类变化幅度较大,2005—2010年有63.76%耕地、31.80%林地、2.73%草地、49.84%水域、22.97%建设用地和35.49%未利用地发生了变化。从空间上看草地开垦现象已有效得到遏制,市域东部、南部耕地有所开垦,但是以土地整治项目为依托进行开发设计。在白银库伦牧场大面积开垦的耕地进行了退耕,市区周边,耕地仍不可避免的被建设占用。这一时期,生态工程实施效果有所显现,林地面积增加较大,但随着气候干旱,尤其2008—2010年,草地退化现象严重,主要集中在南部浑善达克沙地和北部的朝克乌拉苏木。

#### 4 结论与讨论

1)锡林浩特市土地利用变化明显,各项土地利用变化指标显示2000—2005年和2005—2010年是土地利用变化最大的10年,国家政策影响成为土地利用变化的主要因素,2000年之前各地类变化不明显,与李月臣<sup>[3]</sup>针对锡林浩特该时期的利用变化研究有所差异。首先表现为受国家退耕还林还草和京津风沙源治理工程影响,2005年后锡林浩特市的耕地在大幅度减少,林地大幅度增加,经过10年的环境治理,锡林浩特市森林覆盖率从2000年的0.26%提高到2010年的5.64%<sup>[23]</sup>,生态环境得到有效的改善。其次,在国家鼓励资源开发政策影响下,建设用地增加明显,主要来源是草地和未利用地。锡林浩特市是典型的资源型城市,以煤炭、石油及矿产资源为支柱产业。2000年以来,建设用地不断的扩

张,大量占用城市周边耕地、林地、草地,城市规划区范围由2001年的409.4 km<sup>2</sup>扩大到2008年1 717 km<sup>2</sup>,扩大了4倍多,以占用草地、未利用地和耕地为主;露天开采煤炭资源也占用大量的草地和未利用地。第三,锡林浩特市农业综合开发草原建设项目的实施,大量的宜农未利用地得到治理利用,未利用地明显减少,草原生态环境得到有效治理。

2)锡林浩特市土地利用程度变化量和土地利用程度变化率均>0,土地利用程度逐年提高,说明锡林浩特市目前正处于土地利用的上升发展时期,地区土地利用集约化程度将进一步提高。锡林浩特市土地利用变化空间上表现为变化范围比较集中,北部和西部土地利用变化的幅度相对较小,中部市区和东部\东南部地区变化幅度较大。根据转移矩阵分析,土地利用类型转换关系复杂,各土地利用类型间均有转化现象,总体上表现出一方面向城乡、工矿、居民用地转化,说明锡林浩特市建设用地扩张明显;另一方面是耕林草之间互相转化较大耕地、林地之间相互转化,说明退耕还林还草与土地整治开发效果明显。

#### 参 考 文 献

- [1] 邢容容,刘乐军,马安青. 青岛市1990—2011年土地利用/覆被变化研究[J]. 水土保持通报,2013,33(3):220-225
- [2] 刘爱军,韩建国. 利用遥感技术监测锡林郭勒天然草原利用强度方法初探[J]. 畜牧与饲料科学,2010(6):70-74
- [3] 李月臣,刘春霞. 锡林浩特市土地利用/覆盖变化研究[J]. 水土



- 保持通报,2006,26(2):60-65
- [4] 金良. 基于3S技术的天然草原土地利用动态研究:以锡林郭勒草原国家级自然保护区为例[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(4):121-126
- [5] 徐广才,康慕谊,李亚飞. 锡林郭勒盟土地利用变化及驱动力分析[J]. 资源科学,2011,04:690-697
- [6] 包塔娜. 锡林郭勒盟土地利用动态变化研究[D]. 呼和浩特:内蒙古师范大学,2011
- [7] 包荣智. 锡林浩特市草原生态建设成效及未来展望[J]. 草原与草业,2013(3):31-34
- [8] 何英彬,陈佑启. 土地利用/覆盖变化研究综述[J]. 中国农业资源与区划,2004,25(2):58-62
- [9] 闫淑君,洪伟. 闽江口琅岐岛土地利用的时空动态[J]. 应用生态学报,2009,20(5):1243-1247
- [10] 陈龙华,胡绍永. 基于多波段影像特征的土地利用分类[J]. 科技咨询导报,2010(34):86
- [11] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域:土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553-558
- [12] 张懿铨,李秀彬,傅小锋,等. 拉萨城市用地变化分析[J]. 地理学报,2000,55(4):395-406
- [13] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展,1999,18(1):81-87
- [14] 马礼,苏海霞. 河北沽源县土地利用动态变化研究[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(1):131-136
- [15] 龚建周,夏北成. 广州市1990—2005年植被覆盖度的时空变化特征[J]. 生态环境,2006,15(6):1289-1294
- [16] 杨朝现,陈荣蓉,刘秀华. 重庆市北碚区土地利用变化及驱动力分析[J]. 西南农业大学学报:社会科学版,2003,1(2):26-29
- [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[J]. 地理学报,2001,11(3):253-260
- [18] 赵健,魏成阶,黄丽芳,等. 土地利用动态变化的研究方法及其在海南岛的应用[J]. 地理研究,2001,20(6):723-730
- [19] 朱邦耀,卞维珍,李秀霞,等. 基于GIS的经济欠发达地区土地利用动态变化分析及预测:以保亭黎族苗族自治县为例[J]. 水土保持研究,2010,17(3):273-276
- [20] 刘纪远. 西藏地区土地利用[M]. 北京:科学出版社,1992:38-45
- [21] 刘纪远. 国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究[J]. 遥感学报,1997,1(3):225-230
- [22] 史培军,陈晋,潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报,2000,55(2):151-160
- [23] 张丽琴. 浅谈锡林浩特市退耕还林工程成果巩固与后续发展[J]. 内蒙古林业,2010(1):24

责任编辑:王燕华