

# 锡林浩特市土地利用/覆盖变化研究

李月臣<sup>1,2</sup>, 刘春霞<sup>2</sup>

(1. 北京师范大学 资源学院 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875;  
2. 重庆师范大学 地理科学学院, 重庆 400047)

**摘要:** 利用 1995 年和 2000 年的土地利用/覆盖数据, 对锡林浩特市的土地利用/覆盖变化进行了研究。结果表明: 1995—2000 年间, 锡林浩特草场资源退化趋势明显, 高覆盖度草场明显减少, 中、低覆盖度草场以及未利用地不断增加, 草场资源向着恶性方向发展。此外, 城镇扩展, 毁草开荒等人类活动也破坏了大量优质草场。由于人类的不合理利用, 研究区的景观格局日益破碎化, 其中草地景观要素破碎化明显。草地资源是锡林浩特市社会经济发展和生态环境建设的关键, 其不断退化和破碎已经成为严重社会经济和生态环境问题, 影响着该区农牧业的正常生产和生态环境的持续发展, 急需解决。

**关键词:** 锡林浩特; 土地利用/覆盖变化; 景观格局; 草地

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2006)02—0060—04

中图分类号: F301.24

## Study on Land Use/cover Change in Xilinhot City

LI Yue-chen<sup>1,2</sup>, LIU Chun-xia<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing

100875, China; 2. College of Geography Science, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

**Abstract:** Xilinhot City is located in the center of the Xinlinhot steppe grassland, and is the most representative of steppe grassland in northern China. Ecological and environmental problems in the Xinlinhot have become more and more severe in recent years. In this study, based on the land use/cover data in 1995 and 2000, the land use/cover change in Xilinhot area was examined using GIS. The changes of land use/cover type and magnitude and landscape structure were analyzed. During the 5 years, degradation of grassland resources of Xilinhot was significant. The high coverage grasslands decreased remarkably and turned into medium, low coverage grassland and unable lands. As a result, medium coverage grasslands, low coverage grasslands and unable lands increased. Grasslands developed towards badness. Human activities such as town expansion and the turning grasslands into arable lands, etc., also destroyed many high and medium coverage grasslands. The level of landscape heterogeneity increased and the land use/cover developed towards diversification and uniformity. The landscape structure of Xilinhot became fragmented for human beings unreasonable use and intrusively destroy, and the fragmentation of grasslands was most obvious. Grassland resources is vital to social and economy development of Xilinhot. Degradation and fragmentation of grasslands cause serious social, economic and environmental problems, which influences the production of agriculture and stockbreeding and sustainable development of the environment. It is time to take some measures to resolve the problems.

**Keywords:** Xilinhot City; land use/cover change; landscape structure; grassland

中国北方位于温带季风气候区, 拥有广阔的干旱半干旱区草原<sup>[1]</sup>。但是近年来, 由于气候变化和过渡放牧等人类干扰活动的影响, 干旱半干旱地区草原正呈现出严重退化的趋势, 对全球气候变化、碳循环以及地方经济都造成了严重影响<sup>[2-3]</sup>。锡林郭勒草原位于北京以北约 600 km 处, 内蒙古自治区中部,

面积约  $2.10 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。锡林郭勒自然保护区建立于 1987 年, 是我国第一个自然保护区, 也是我国保存最完整的一个典型温带草原。该区地处西北干旱区向东北湿润区和华北旱作农业区的过渡地带, 它阻止着来自中亚和我国西部沙尘的东侵, 对京、津周边及整个华北地区生态环境保护起着十分重要的作用<sup>[4]</sup>。

收稿日期: 2005-07-01

基金项目: 中国科学院杰出海外学者基金; 国家重点基础研究发展规划项目(G2000018604)

作者简介: 李月臣(1974—), 男(汉族), 山东德州人, 博士生, 主要在北京师范大学资源学院和重庆市 GIS 应用研究重点实验室从事资源环境遥感与 GIS 研究。E-mail: liyuechen@ires.cn.

近年来, 气候变化和不合理的土地利用, 使得这一地区的草场退化, 土地风蚀沙化严重。目前, 中等甚至严重的风蚀沙化的草原约为锡林郭勒草原总面积的约 45%; 水土流失面积约占 59.5%。土地和草场的严重退化导致保护区内物种多样性减少、生产力降低、生态环境恶化<sup>[5]</sup>, 不仅影响当地群众生产生活, 制约经济发展, 而且直接威胁首都北京乃至整个华北地区的生态环境质量。针对这些问题, 本文对锡林浩特的土地利用/覆盖变化进行了测量, 并在此基础上对该区域土地利用/覆盖变化的基本特征和规律进行了分析。目的在于深入认识和理解锡林浩特土地利用/覆盖变化的基本过程, 进一步探讨保护土地和草场资源的有效技术手段和方法。

## 1 研究区与数据

本文选取位于锡林郭勒草原腹地的锡林浩特市作为研究区。锡林浩特市人口约 130 000 人, 位于东经 115° 13′—117° 06′。北纬 43° 02′—44° 52′, 面积 15 758 km<sup>2</sup>, 其中 90% 为温带典型草原。研究区地势南高北低, 北部为平缓的波状平原, 南部为低山丘陵, 年平均降水 294.9 mm, 平均温度 1.7℃。

本文研究使用的数据来源于中国科学院资源与环境数据中心的全国 1:10 万土地利用数据库, 该数据是利用基本覆盖全国的 Landsat-TM 数字影像, 在统一分类体系的基础上(共分为 6 个一级类型和 25 个二级类型), 通过计算机屏幕人机交换直接判读的方式产生的。其平均定性准确率在 90% 以上<sup>[6]</sup>。本文只从中提取了研究区的 1995 年和 2000 年两期

土地利用/覆盖类型图。由于数据库中土地利用二级分类系统过于庞杂, 因此将二级分类进行合并, 研究区共得到 9 种土地利用/覆盖类型: 耕地、林地、灌木林、高覆盖草地、中覆盖草地、低覆盖草地、水体、城镇用地以及未利用地。

## 2 研究方法

### 2.1 土地利用/覆盖类型与数量变化信息提取

土地利用/覆盖类型与数量变化信息可以利用土地利用/覆盖转移矩阵来进行分析探讨。它可以反映出各土地利用/覆盖类型由  $T$  时刻向  $T+1$  时刻的转化过程。利用转移矩阵能够定量说明各种土地利用/覆盖类型之间具体的相互转化情况, 从而揭示了它们之间的相互转化的比例和速率等特征。研究区 1995 年到 2000 年的土地利用/覆盖变化信息的提取可以根据地图代数原理, 对两期土地利用/覆盖类型图  $A_{ij}^k$  和  $A_{ij}^{k+1}$ , 利用公式(1)的地图代数方法进行变化信息提取<sup>[7]</sup>。

$$C_{ij} = A_{ij}^k = A_{ij}^k \times 10 + A_{ij}^{k+1} \quad (1)$$

(土地利用/覆盖类型小于 10 时适用)

该方法不仅可以从数量上提取土地利用/覆盖变化信息, 而且可以直观表达其空间分布特征, 由此可以求得反映土地利用/覆盖类型相互转化定量关系的转移概率矩阵(表 1 表达的意义为 1995 年土地利用/覆盖类型  $i$  转化为 2000 年土地利用/覆盖类型  $j$  的转移概率, 其每行元素之和为 1。表 2 表达的意义为 2000 年土地利用/覆盖类型  $j$  由 1995 年土地利用/覆盖类型  $i$  转化而来的概率, 其每列元素之和为 1)。

表 1 1995—2000 年锡林浩特市土地利用/覆盖转移概率矩阵

类型	耕地	林地	灌木林	高覆盖草地	中覆盖草地	低覆盖草地	水体	城镇用地	未利用地
旱地	82.84	0.00	0.00	9.40	2.86	4.54	0.00	0.26	0.10
林地	13.42	82.27	0.00	4.14	0.13	0.00	0.00	0.00	0.04
灌木林	16.68	0.00	61.11	18.81	3.41	0.00	0.00	0.00	0.00
高覆盖草地	0.52	0.04	0.03	84.53	11.29	1.14	0.03	0.21	2.21
中覆盖草地	0.14	0.05	0.03	5.58	86.79	4.55	0.05	0.42	2.38
低覆盖草地	0.19	0.21	0.00	3.02	11.82	73.98	0.17	0.72	9.89
水体	0.00	0.00	0.00	1.29	1.02	1.00	77.90	0.00	18.78
城镇用地	0.00	3.00	0.00	0.00	0.16	0.20	0.00	96.60	0.04
未利用地	0.04	0.02	0.00	3.03	3.64	4.19	1.22	0.23	87.62
增长比例	6.75	7.53	100.09	-12.28	21.34	33.25	41.86	29.52	24.79

注: 增长比例是指 2000 年各土地利用/覆盖类型相对 1995 年的增长幅度。

## 2.2 景观格局变化信息提取

对于景观格局及其变化,一般从两个方面进行分析:一是各类型斑块在景观中的数量分配,即景观的结构及其变化,还包括各类型斑块的个数、面积以及由它们所构成的景观整体数量特征例如多样性、优势度等;二是构成景观的各类型斑块的空间形态和分布特征,即景观的空间格局及其变化,一般采用分维数、

破碎度等指标进行度量。在实际工作中,往往同时采用多种指数来描述景观格局的数量和空间特征。根据研究区特点和研究需要,本文筛选了部分主要的景观度量指标,其公式及其生态意义如 1995—2000 年锡林浩特市土地利用/覆盖转移概率矩阵(表 1)<sup>[8-9]</sup>。本文借助 GIS 技术以及景观格局分析软件 Fragstats 3.3 对各景观格局指标进行计算。

表 2 1995—2000 年锡林浩特市土地利用/覆盖转移概率矩阵

类型	耕地	林地	灌木林	高覆盖 草地	中覆盖 草地	低覆盖 草地	水体	城镇 用地	未利 用地
旱地	77.49	0.01	0.00	0.28	0.17	1.62	0.00	1.05	0.02
林地	1.45	76.50	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
灌木林	0.16	0.00	28.53	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
高覆盖草地	18.58	11.30	51.61	96.88	26.03	15.44	7.52	11.79	18.16
中覆盖草地	1.80	5.79	19.86	2.28	71.46	22.00	4.62	13.02	6.99
低覆盖草地	0.37	3.64	0.00	0.19	1.51	55.38	2.40	6.06	4.48
水体	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	54.83	0.00	0.42
城镇用地	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	64.58	0.00
未利用地	0.15	0.61	0.00	0.34	0.82	5.52	30.64	3.49	69.92

表 3 景观格局指标及其含义

指标	表达式	生态意义
斑块个数 ( $N_P$ )	$N_P = n_i$	各类型斑块的个数
斑块面积 ( $P_A$ )	$P_A = a_i$	斑块面积是景观格局最基本的空间特征。斑块的大小一方面影响到景观要素内部营养和能量的分配;另一方面影响到景观中物种组成和多样性
平均斑块面积 ( $M_{PA}$ )	$M_{PA} = a_i/n_i$	
多样性 $H$	$H = - \sum_{i=1}^m (P_i \log P_i)$	描述斑块类型的多少和各类型在空间上分布的均匀程度,即表征景观中斑块的复杂性、类型的齐全程度或多样性状况
优势度 $D$	$D = \ln(m) - H$	用于测定景观结构组成中斑块类型支配景观的程度,表示一种或几种类型斑块在一个景观中的优势化程度
均匀度 $E$	$E = H/H_{\max}$	表示景观镶嵌体中不同景观类型在其数目或面积方面的均匀程度
分维数 $F$	$F = 2 \ln(0.25 L_i) / \ln a_i$	描述景观中斑块形状的复杂程度,值越大说明斑块的自相似性越弱,形状越无规律
破碎度 $C$	$C = (n_i - 1) M_{PA}$	描述整个景观或某一景观类型在给定时间和给定性质上的破碎化程度。它能反映人类活动对景观的干扰程度。

注:表中  $n_i$  为  $i$  类景观类型的斑块个数;  $a_i$  为  $i$  类景观类型的斑块总面积;  $P_i$  为各景观类型在总景观中所占的比例;  $m$  为景观类型数;  $L_i$  为  $i$  类景观类型的斑块周长;  $H_{\max} = \ln(m)$  为景观最大多样性。

## 3 结果分析

### 3.1 土地利用/覆盖类型与数量变化特征分析

根据表 1,表 2,表 3,表 4 和封 3 附图 2,可以发现从 1995—2000 年,研究区内的土地利用/覆盖变化表现出以下特征。

(1) 高覆盖度草地大面积减少,中、低覆盖度草场和未利用地增加明显,草场退化严重。1995—2000 年间,虽然,灌木林、水体增长幅度较大,但由于其本身初始面积很小,因此,实际面积变化不大(表 4)。

而高、中、低覆盖度草地和未利用地的比例和面积则变化很大。其中,高覆盖度草地面积大量减少,5 a 间减少了 1233.29 km<sup>2</sup>,减少幅度为 12.28%;中覆盖度草地和低覆盖度草地分别增加了 733.3 km<sup>2</sup> 和 177.17 km<sup>2</sup>,增长比例分别为 21.34% 和 33.25%;未利用地增长了 232.83 km<sup>2</sup>,增长比例为 24.79%。1995 年的高覆盖度草地有 11.29%,1.14% 和 2.21% 转变成中、低覆盖度草地和未利用地。其在整个研究区的面积比也由 1995 年的 64.62% 下降为 2000 年的 56.50%。

表4 研究区各景观格局指标值

土地利用/ 覆盖类型	斑块数/个		总面积/km <sup>2</sup>		平均斑块 面积/km <sup>2</sup>		面积比/%		分维数		破碎度		多样性		优势度		均匀度	
	1995年	2000年	1995年	2000年	1995年	2000年	1995年	2000年	1995年	2000年	1995年	2000年	1995年	2000年	1995年	2000年	1995年	2000年
耕地	39	71	252.77	269.83	6.48	3.80	1.70	1.82	1.086	1.076	5.86	18.42						
林地	8	19	29.10	31.29	3.64	1.65	0.20	0.21	1.082	1.071	1.92	10.93						
灌木林	7	11	2.60	5.43	0.37	0.49	0.02	0.04	1.095	1.075	16.15	20.26						
高覆盖草地	101	138	9619.91	8386.62	95.25	60.77	64.62	56.50	1.074	1.056	1.05	2.25						
中覆盖草地	203	303	3436.09	4169.39	16.93	13.76	23.08	28.09	1.095	1.088	11.93	21.95	1.018	1.152	1.179	1.045	0.463	0.524
低覆盖草地	118	256	532.92	710.09	4.52	2.77	3.58	4.78	1.096	1.096	25.91	91.93						
水域	17	30	26.23	37.21	1.54	1.24	0.18	0.25	1.055	1.058	10.37	23.38						
城镇用地	23	50	48.47	62.78	2.11	1.26	0.33	0.42	1.090	1.047	10.44	39.03						
未利用地	194	341	939.08	1171.91	4.84	3.44	6.31	7.89	1.101	1.093	39.87	98.93						

从中覆盖度草地增加面积来源上看,2000年中覆盖度草地约有26.03%由高覆盖度草地转化而来,是其面积增长的主要原因;同期,低覆盖度草地中有15.44%和22.00%是来自高、中覆盖度草地;而未利用地面积的增加则主要是各种覆盖度草地由于退化原因导致的,2000年末利用地中有18.16%、6.99%和4.48%是高、中、低覆盖度草场退化产生的。由此可以看出,锡林浩特市草地退化趋势十分明显。

(2) 1995—2000年间研究区耕地和城镇用地面积不断增加,主要是通过占用高、中覆盖度草场资源实现的。期间,耕地和城镇用地面积分别增加了17.06 km<sup>2</sup>和14.31 km<sup>2</sup>。通过表2可以看出耕地和城镇用地的增加主要是通过开垦和占用高、中覆盖度草场实现的。2000年的耕地面积中有18.58%和1.80%是由高、中覆盖草地转化产生的;而城镇用地中高、中覆盖度草地的贡献率也达到了11.79%和13.02%。由此不难看出该时期研究区内城市化过程日益显著,人类毁草开荒的活动也在加剧,城镇用地扩展以及耕地面积的增加主要通过牺牲优质的高、中覆盖度草场资源来实现的结论。

### 3.2 景观格局变化特征分析

表4是计算得到的研究区土地利用/覆盖景观指标特征值。通过分析亦可以看出研究区土地利用/景观格局及其变化表现出以下几个特征:

(1) 高覆盖度草地在研究区景观格局构成中占据主导地位,但其主导地位在下降。通过表4可以看出高覆盖度草场占总面积50%以上,是研究区景观要素中的主导类型。但是其面积比例由1995年的64.62%下降为2000年的56.50%,表明高覆盖度草场主导地位在降低。

(2) 景观的异质性程度在逐渐提高,土地利用向着多样化和均匀化方向发展。1995—2000年,随着高覆盖度草场主导地位的不断降低,其它土地利用

/覆盖类型的比例在不断增加。景观多样性和均匀度都有所增加,分别由1995年的1.018和0.463增加为1999年的1.152和0.524。景观多样性和均匀度的增加是因为各种景观类型的比例差异减少。随着景观多样性和均匀度的增加,研究区的景观优势度则由1.179降低为1.045,说明景观的异质性程度在逐渐提高,土地利用向着多样化和均匀化方向发展。

(3) 研究区景观呈破碎化趋势。从1995—2000年,各种土地利用/覆盖类型的斑块个数均显著增加,平均斑块面积明显减小。与此趋势一致,1995—2000年各类型的破碎度指标均呈增加趋势。这充分说明这一时期人类活动对于该区各种土地利用/覆盖类型均有十分明显的影响,导致土地景观不断破碎化。值得注意的是1995—2000年高、中、低覆盖度草地和未利用地的破碎度显著增加,由1.05, 11.93, 25.91, 39.87增为2.25, 21.95, 91.93, 98.93。说明草地在这一时期受人类活动影响严重,草场不断退化,而退化草场大都转化为未利用地,导致其斑块和总面积不断增加。草地在整个研究区内占据绝对优势,是锡林浩特市农牧业发展的基础,草地资源的退化和严重破碎化必然会影响该区农牧业的正常发展。

此外,分维数是描述景观中斑块形状的复杂程度的指标。整体上,1995—2000年研究区内各景观类型的分维值变化不大,只有耕地,高覆盖度草地和城镇用地变化相对较大,分维值呈降低趋势,分别由1995年的1.086, 1.074和1.090变化为2000年的1.076, 1.056和1.047。

上述分析表明,这几种类型该时期内斑块形状发生相对较大的变化。这是因为,耕地和城镇用地均为人工景观,而各种草场规划措施对草场的形态演化也产生一定影响。因此,在人类社会经济活动的影响和制约下,这些土地利用/覆盖类型趋向于进一步简单化和规则化。

## 4 结 论

锡林浩特市位于锡林郭勒草原腹地,是最典型的温带草原。该区具有广阔的优质草场资源,中、高覆盖度草场占全区总面积 85% 以上,是该区景观的主导类型。但 1995—2000 年,锡林浩特草场资源退化趋势明显,高覆盖度草场明显减少,中、低覆盖度草场以及未利用地不断增加,草场资源向着恶性方向发展。此外,城镇扩展,毁草开荒等人类活动也牺牲了大量优质草场。由于人类不合理的利用和干扰破坏,研究区的景观格局日益破碎化,其中草地景观要素破碎化明显。草地资源占近 90% 以上面积,是该市社会经济发展和生态环境建设的关键,其不断退化和破碎已成为严重社会经济和生态环境问题,影响该区农牧业正常生产和生态环境的持续发展,急需解决。

目前,建立草场保护区是保护草场资源的重要措施。草原保护法规定在草原重点地区应建立保护区。草场保护区的建立需合理规划。首先要求保护区具有牧草生长的良好条件;其次要求具有良好的分布格局,要相对集中,便于管理;且要尽量远离城市、耕地等地区,减少人类活动干扰<sup>[10]</sup>。传统方法是据普查结果,按草原现状对草场资源进行规划,划定保护区。此方法需较长时间和繁多工作并存在很大的人为主观因素,无法满足快速合理确定草场保护区的要求。在总结前人研究的基础上,提出了一种遥感和 CA 模型技术相结合建立草场保护区的新方法<sup>[11]</sup>,在该区进行了实例研究,并取得了较为理想的结果。相信该方法将会在快速有效地规划草场保护区,合理保护和利用草场资源的研究中发挥积极作用。

(上接第 59 页)

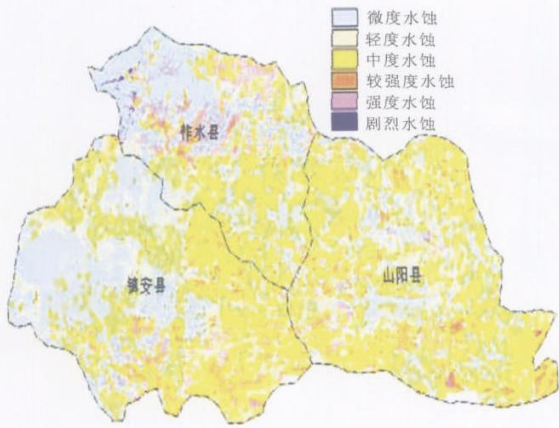
通过调查,可以初步得出以下对策。(1) 要加大对山地灾害易发区政府官员宣传教育的力度,提高他们的警惕性,以便在灾害前后充分发挥其重要作用。(2) 对全社会来讲,要加强山地灾害宣传工作,每年适当开展 1~2 次宣传话动,以提高全民防灾减灾的意识和能力。(3) 由于不同文化程度的人对灾害认识明显不同,要加强文化程度低层次人们的灾害意识。只有通过灾害宣传教育的方式增进其认识,提高他们的灾害意识及灾时应变能力。(4) 对灾害宣传教育应包括灾前意识教育,灾时应变能力教育和灾后自救能力教育。

### [ 参 考 文 献 ]

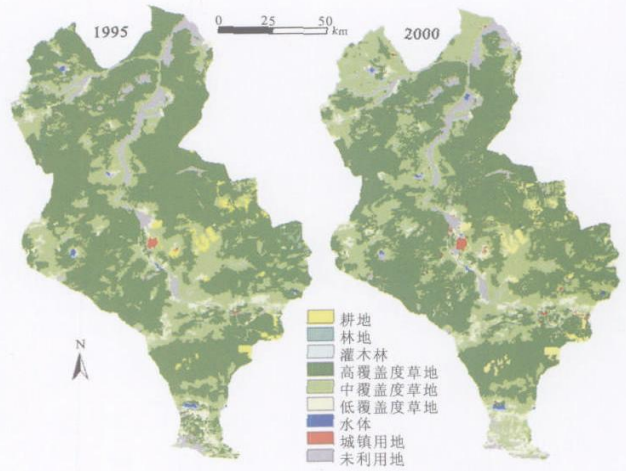
- [ 1 ] 陈佐忠,汪诗平. 中国典型草原生态系统[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 307—317.
- [ 2 ] Henry N. Le Houérou. Climate change, drought and desertification [J]. Journal of Arid Environment, 1996, 34 (2): 133—185.
- [ 3 ] Deborah L. Angell, Mitchel P. McClaran. Long-term influences of livestock management and a non-native grass on grass dynamics in the Desert Grassland [J]. Journal of Arid Environments, 2001, 49(3): 507—520.
- [ 4 ] 康爱民. 对锡林郭勒草原退化、沙化、水土流失的思考[J]. 水利发展研究, 2002, 2(6): 36—38.
- [ 5 ] 包玉山. 内蒙古草原畜牧业面临的问题及对策研究[J]. 内蒙古师范大学学报(哲学社会科学版), 2002, 31(1): 44—47.
- [ 6 ] 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[J]. 中国科学 D 辑, 2002, 32(12): 1031—1039.
- [ 7 ] 何春阳,史培军,陈晋,等. 北京地区土地利用/覆盖变化研究[J]. 地理研究, 2001, 20(6): 679—687.
- [ 8 ] 张惠远,蔡运龙,万军. 基于 TM 影像的喀斯特山地景观变化研究[J]. 山地研究, 2000, 18(1): 18—25.
- [ 9 ] 黄俊芳,王让会,师庆东. 基于 RS 与 GIS 的三河流域生态景观格局分析[J]. 干旱区研究, 2004, 21(1): 33—37.
- [ 10 ] 许志信,赵萌莉,韩国栋. 内蒙古的生态环境退化及其防治对策[J]. 中国草地, 2000(5): 59—63.
- [ 11 ] Chunyang He, Qiaofeng Zhang, Yuechen Li, et al. Zoning grassland protection area using remote sensing and cellular automata modeling—a case study in Xilingol steppe grassland in northern China[J]. Journal of Arid Environment, 2005, 63(4): 814—826.

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 侯玉波. 社会心理学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2002. 1—20.
- [ 2 ] 郭强,等. 灾害大百科[M]. 太原: 山西人民出版社, 1996. 634—638.
- [ 3 ] 赫葆源,等. 实验心理学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1983. 4—42; 46—57.
- [ 4 ] 王子平,等. 地震社会学初探[M]. 北京: 地震出版社, 1989. 166—179.
- [ 5 ] 王子平. 灾害社会学[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1989.
- [ 6 ] 刘更才,等. 城市恐震心理分析与对策[J]. 灾害学, 1994, 3(9): 84—88.

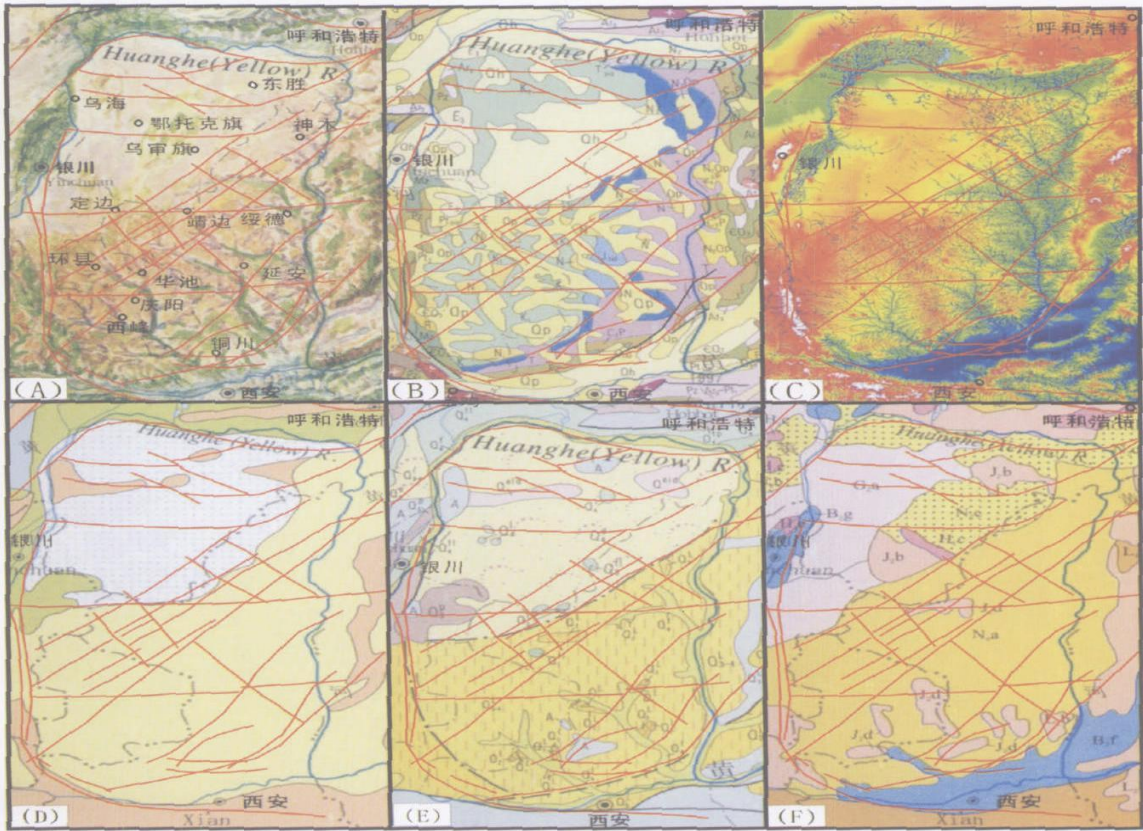


附图1 山镇柞区域土壤侵蚀图



附图2 锡林浩特市1995, 2000年土地利用/覆盖图

比例尺: 0 60 120 180km



(A) 地势图; (B) 地质图; (C) 地表水系图; (D) 景观地貌沉积类型图; (E) 第四纪地质图; (F) 土壤图  
 $Q_4$  风积物,  $Q_3$  黄土堆积,  $G_0a$  正常干旱土,  $N_0e$  砂质新成土,  $N_0a$  正常新成土,  $K_1$  下白垩,  $Qh$  全新统。

附图3 鄂尔多斯盆地基底构造与环境关系对比图