

文章编号 1001-8166(2002)02-0209-06

农牧交错带典型区农业与牧业用地互动关系研究

高清竹¹, 何立环¹, 江源¹, 王家骥²

(1. 北京师范大学生态资产评估中心, 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部
重点实验室, 北京 100875 2. 中国环境科学研究院生态研究所, 北京 100875)

摘要 利用 1989 年和 2000 年的两期 Landsat-TM 数据和相关的统计资料以及气候数据, 应用转移矩阵和多元回归分析等研究方法, 对地处典型农牧交错带地区的兴和县土地利用变化进行研究, 结果表明: 农田和草地是研究区域中最主要的土地利用类型, Landsat-TM 卫星影像数据和统计数据比较一致地反映农田和草地面积的变化; 农田和草地的相互转换率在各种用地相互转化中非常剧烈; 农业与牧业用地的互动特征具有明显的区域差异; 农业和牧业用地的互动特点是自然因素和社会经济因素同时影响的结果。

关键词 农牧交错带 土地利用 驱动力
中图分类号 Q149 文献标识码 A

我国北方农牧交错带地处森林草原向草原的过渡地带, 气候条件上属典型的大陆性干旱、半干旱气候, 人文环境方面是汉族与蒙、回、满族等的混居区域^[1]。在自然条件和历史人文因素的共同影响下, 农牧交错带数千年以来, 在土地利用方面始终是农业用地和牧业用地并存, 数量对比变化剧烈^[1,2]。由于土地利用与区域生态安全密切相关, 因此, 揭示农牧交错带典型地区农业和牧业用地的时空变化特征, 探讨土地利用变化的趋势及其驱动力因素, 对于农牧交错带区域生态环境建设和社会发展具有重要的理论和实践意义。

本文拟选择位于内蒙古自治区南部边缘的兴和县作为研究区, 利用遥感影像数据分析, 并结合社会经济统计数据, 分析农牧交错带地区农业与牧业用地结构互动变化的特征, 并对影响互动过程的驱动因素进行深入分析。

1 研究区概况

兴和县地处农牧交错带典型地区, 隶属于内蒙

古自治区乌兰察布盟东南部、海河流域重要支流永定河源头地区, 地理坐标北纬 40°26'40"~41°26'27", 东经 113°21'09"~114°07'47"。全县总面积 3 518.9 km²。该县属于内蒙古坝上高原部分, 地势南高北低。地貌类型从南向北依次为侵蚀山地、平原和丘陵, 海拔 1 087~2 335 m^[3]。兴和县属于中温带大陆性季风半干旱气候, 年平均气温 4.2℃, 无霜期 120 天左右; 多年平均降水量为 409 mm, 年平均蒸发量为 2 036.8 mm, 是年降水量的 5 倍; 年平均风速 3.7 m/s, 大风日数年平均 45 天。县域境内地带性植被以温带典型草原为主体, 常见植物群落为克氏针茅(*Stipa krylovii*) + 冷蒿(*Artemisia frigida*) 群落、克氏针茅 + 羊草(*Leymus chinense*) 群落和隐子草(*Cleistenes sp.*) + 冷蒿群落。由于受许多非地带性生境条件的限制, 常常有盐生植被和草甸植被等隐域性植被分布。土壤类型以栗钙土和灰钙土为主。栗钙土分布范围最广, 灰褐土其次。其他土壤类型为黄绵土、黑垆土、草甸土、盐土等。

收稿日期 2001-12-07, 修回日期 2001-12-28。

* 基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目“草地与农牧交错带生态系统重建机理及优化生态—生产范式”(编号: G2000018604); 国家重点科技项目(攻关)计划子专题“海河流域生态变化与控制对策研究”(编号: 96-911-08-04-05), 高等学校骨干教师资助计划资助。

作者简介: 高清竹(1975-) 男, 内蒙古通辽市人, 在读博士生, 主要从事景观生态学和植被生态学研究。E-mail: gaqingzhu@263.net

2 研究方法

数据采集途径为：覆盖兴和县主要地区的两期(1989年9月29日和2000年7月15日)Landsat-TM影像(轨道号为125/31)；兴和县国民经济统计资料(1989—1999)^[4]。遥感影像处理软件采用ERDAS采用最大似然法进行土地利用类型分类，同时用GPS定点取样、地形图数据和兴河县统计数据对分类结果进行检验和验证(图1)。兴和县1989年和2000年的土地利用分类精度分别达到81.88%和83.13%。

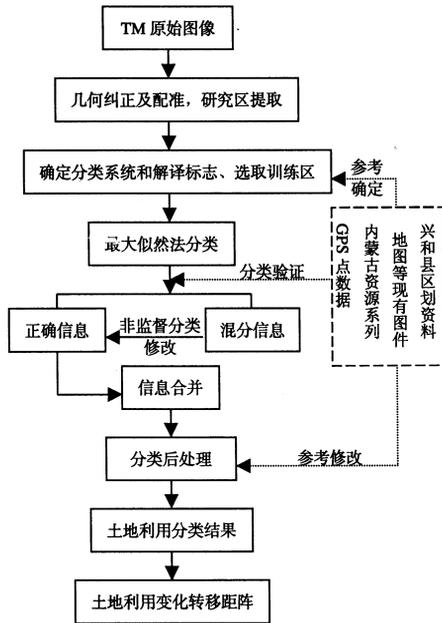


图1 土地利用变化定量研究流程图

Fig.1 Flow chart of land use change from quantitative study

土地利用变化驱动力研究采用兴和县国民经济统计资料,通过相关分析、多元逐步回归分析等方法^[5-7]确定影响农牧业用地变化的主要因子。分析应用软件采用STATISTICA。

3 结果分析

3.1 农牧业用地的互动关系

3.1.1 农牧业用地总体数量变化

通过GIS支持下的Landsat-TM卫星影像解译工作及地面实际调查,本文获得了1989—2000年兴和县农业与牧业用地面积数据,并通过对比获得了

有关农业与牧业用地类型的变化信息(表1、图2,图版)1989—2000年的11年当中,农业用地面积增长了21.34%,牧业用地面积减少了15.30%;其它类型面积基本没有什么变化,变化率仅为+0.93%。表明研究区土地利用动态变化主要是农业和牧业用地之间的互相转换。

表1 基于Landsat-TM数据处理结果的兴和县典型区农业与牧业用地变化

Table 1 Land use change of farmland and pastoral land in typical region of Xinghe county based on the analysis of Landsat-TM data

| 土地利用类型 | 1989 | | 2000 | | 变化率(%) |
|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|--------|
| | 面积(km ²) | 比例(%) | 面积(km ²) | 比例(%) | |
| 农业用地 | 813.52 | 25.66 | 987.13 | 31.12 | +21.34 |
| 牧业用地 | 1 204.60 | 37.98 | 1 020.26 | 32.17 | -15.30 |
| 其它用地 | 1 153.04 | 36.36 | 1 163.77 | 36.70 | +0.93 |
| 合计 | 3 171.16 | 100.00 | 3 171.16 | 100.00 | 0.00 |

对比统计数据和遥感数据资料的农业用地分析结果可以看出,两组数据所反映的土地利用变化趋势基本相同。在统计资料中,2000年和1989年,农业用地面积所占的比例分别为35%和28%,在遥感图像处理结果中,农业用地面积在这两年中所占比例分别为31%和26%;从变化趋势看,根据统计数据,从1989—2000年农业用地面积增加了大约25%,根据卫星数据的结果,从1989—2000年农业用地面积增加了21%。统计数据和卫星影像数据所反映的草地面积减少率分别约为10%和15%(表2)。这个对比结果表明,两组数据所反映的兴和县农业用地变化状况基本上是真实可信的,两期遥感影像所获得的数据与统计数据的差值不大而且趋势一致。

表2 兴和县典型区农业用地遥感解译结果与统计资料对比

Table 2 Interpretation of the Landsat-TM data and statistical analysis of land use change in typical region of Xinghe county

| 土地利用类型 | 1989比例(%) | 2000比例(%) | 变化率(%) |
|------------|-----------|-----------|--------|
| 农业用地(遥感解译) | 25.66 | 31.12 | +21.3 |
| 农业用地(统计资料) | 27.61 | 34.60 | +25.3 |
| 牧业用地(遥感解译) | 37.98 | 32.17 | -15.3 |
| 牧业用地(统计资料) | 42.07 | 32.32 | -9.75 |

3.1.2 农业与牧业用地的互动特征

借地理信息系统工具对遥感影像数据进行分析^[5,8-10]结果表明,在土地利用变化过程中,农业和牧业土地利用类型之间的相互转化率明显高于其

它类型之间的相互转换率。在 1989—2000 年的 11 年的时间里,有 48% 的农田没有发生变化,22% 转变为草地,30% 转化为城镇用地、林地等其他形式的土地利用类型,草地中 41% 没有变化,36% 转变为农业用地,23% 转化为其它土地利用类型(图 3)。

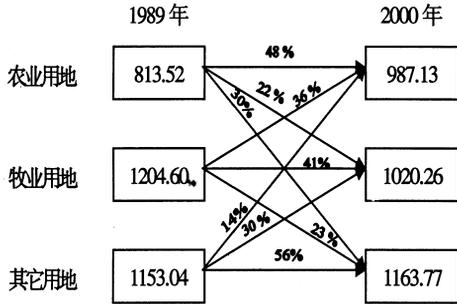


图 3 1989—2000 年两个时期研究区农牧业用地转化状况
 Fig.3 Conversion between farm land and pastoral land in research area between year of 1989 and 2000
 The data in pane are the areas of land use types (km²), the data on line are conversion probability(%)

从农牧业用地类型相互转化的空间分布看,两种用地的互动过程在整个研究区内有明显的区域差异。农业用地向牧业用地的转化过程主要表现在兴和县北部。1989—2000 年农业用地在北部减少了 25%,草地增加了 49%;中部和南部地区则主要表现为牧业用地向农业用地的转化,特别是南部河流两侧和城镇周边地段这种转化关系尤为明显,在这两部分地区,农田分别增加了 92% 和 300%,草地则

分别减少 26% 和 44%(表 3)。这种空间差异表明,虽然在整个研究区域中,农田总面积具有增加的趋势,草地总面积趋于减少,但在北部地段则表现为明显的相反过程。南部和中部与总体变化趋势一致,因此,农田的分布重心在近 10 年当中具有向南移动的趋势。

3.2 土地利用互动变化的影响因素

3.2.1 气候因素的影响

农牧交错带地区农业和牧业用地的互动关系,受自然和社会经济双重因素的影响^[1,2,6,11]。从自然条件的变化看,兴和县中部和南部地区自然降水量从南向北逐渐减少,南部年平均降水量可超过 450 mm,北部地区则低于 370 mm^[5]。对最近 30 余年气候数据的分析表明,年平均气温具有明显的上升趋势,其增温率约为 0.356 /10a,达到多年平均值的 6.85%。与此同时,兴和县年降水量的变化略呈减少趋势^[11]。如果用年平均气温与年降水量的比值(T/P)简单表示气候的干旱程度,可以明显看出兴河县气候向干燥温暖方向的变化(图 4)。

气候要素的变化,特别是干旱程度的变化,对农牧交错带农业活动具有重要作用。然而,本文采用年平均气温和年降雨量与农业土地利用变化,如耕地面积、耕地比例、单位面积耕地粮食产量、单位面积耕地产值、人均耕地面积等因素进行相关分析的结果表明(表 4)这两个重要的气候因子与各类土地利用变化参数的相关均未达到显著水平。可见,降水和气温的变化与区域中的农业用地数量的变化无显著相关。

表 3 基于 Landsat-TM 数据处理结果的兴和县各部分农业与牧业用地变化

Table 3 Land use change of farm land and pastoral land in different parts of Xinghe County based on the analysis of Land-TM data

| 土地利用类型 | 1989 | | 2000 | | 变化率(%) | |
|--------|----------------------|----------|----------------------|----------|--------|---------|
| | 面积(km ²) | 比例(%) | 面积(km ²) | 比例(%) | | |
| 北 部 | 农业用地 | 526.24 | 56.23 | 397.34 | 42.46 | - 24.49 |
| | 牧业用地 | 193.67 | 20.69 | 288.65 | 30.84 | 49.04 |
| | 其它用地 | 215.97 | 23.08 | 249.89 | 26.70 | 15.71 |
| | 合 计 | 935.88 | 100.00 | 935.88 | 100.00 | 0.00 |
| 中 部 | 农业用地 | 268.53 | 14.75 | 514.27 | 28.25 | 91.51 |
| | 牧业用地 | 912.41 | 50.12 | 676.96 | 37.18 | - 25.80 |
| | 其它用地 | 639.65 | 35.13 | 629.36 | 34.57 | - 1.61 |
| | 合 计 | 1 820.59 | 100.00 | 1 820.59 | 100.00 | 0.00 |
| 南 部 | 农业用地 | 18.91 | 4.55 | 75.51 | 18.16 | 299.22 |
| | 牧业用地 | 98.73 | 23.74 | 54.88 | 13.20 | - 44.41 |
| | 其它用地 | 298.22 | 71.71 | 285.48 | 68.65 | - 4.27 |
| | 合 计 | 415.86 | 100.00 | 415.86 | 100.00 | 0.00 |

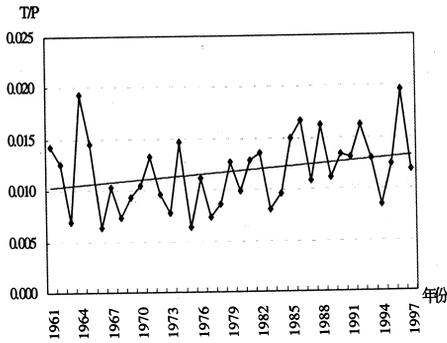


图 4 1961—1998 年兴和县年平均温度与降水量比值 (T/P) 变化趋势

Fig. 4 Dynamics of ration between annually average temperature and percipitation (T/P) from year of 1961 to 1998

尽管如此,自然条件的变化却很可能是农田面积在中部和南部有所增加而在北部减少的重要原因之一。当气候干旱性不断增强时,在年平均降水量不足 370 mm 的北部地区,气候对农业生产的限制性也不断增大。中部和南部地区不仅降水量较高,而且为海河源头地区,地表水资源相对丰富,因此农业用地在最近 10 年中向自然降水和灌溉用水条件都明显优于北部的中、南部集中是必然结果。

表 4 土地利用变化参数与年平均气温和年降水量的相关系数

Table 4 Coefficiencies of relation between parameters of land use change and annually average temperature and percipitation

| | 耕地面积 (km ²) | 耕地比例 (%) | 单位面积耕 地粮食产量 | 单位面积 耕地产值 | 人均耕地面积 (km ²) |
|------|----------------------------|-------------|----------------|--------------|------------------------------|
| 年均气温 | -0.237 | -0.234 | -0.231 | 0.045 | 0.117 |
| 年降雨量 | 0.271 | 0.236 | 0.301 | 0.016 | 0.192 |

注: $r_{0.05(1.10)} = 0.576$, $r_{0.01(1.10)} = 0.708$

此外,近年来的农业种植结构的调整很可能也是导致农业用地在中部和南部明显增加的原因之一,进入 20 世纪 90 年代以来,玉米的种植面积明显增加,到 1998 年其播种面积已经由 90 年代以前占总播面积的 5% 上升到 20%;与此同时杂粮播种面积的比例则大幅度下降,从 50% 下降到 15% 左右。在地处半干旱区域的兴和县要扩大需水量较高的玉米的种植面积,显然也只有具有灌溉条件中部和

南部才有可能实现;而在以杂粮为主要作物的北部地区,则随着气候干旱性与年俱增,杂粮的播种面积持续减少(图 5)。

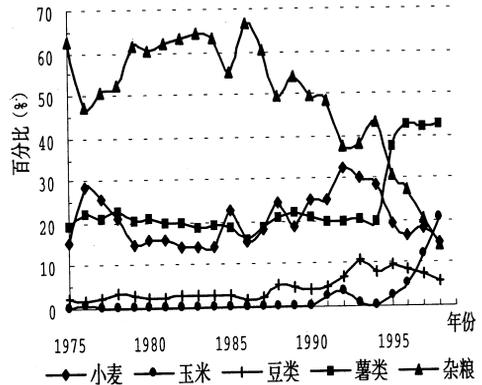


图 5 兴和县粮食作物结构变化

Fig. 5 Dynamics of crop structures in Xinghe county

3.2.2 农牧业发展的影响

农业和畜牧业生产规模的变化是影响农业和牧业用地的重要经济活动因素。兴和县农牧业生产自 1989 年以来一直表现为上升发展趋势。与 1989 年相比,1999 年人均耕地面积和人均家畜头数也在不断增加,1989—1999 年期间农业和牧业生产总值平均年增长速度为 15% 和 7.2%。与此同时,农牧民收入也从 329.95 元/人·年增加到 2 426.76 元/人·年(表 5)。农牧业生产发展直接影响着土地利用特征,人均耕地面积的增加和作物结构调整对农业产值的提高作用明显。

对兴和县农业和畜牧业发展数据分析表明,人均耕地面积、人均家畜头数和农牧民人均收入之间相关显著:

$$Y = -4.2423 + 1.5837 \cdot X_1 + 8.4034 \cdot X_2$$

公式中 Y 为农牧民人均收入(千元/人); X_1 为人均家畜头数(头/人); X_2 为人均耕地面积(hm²/人)

$$F_{(2,8)} = 15.75 > F_{(2,8)0.01} = 8.65$$

$$R_{(2,8)} = 0.893 > R_{(2,8)0.01} = 0.765$$

经济利益驱动了农业和牧业用地的互动过程,也加剧了该两类用地之间的矛盾。此外,一方面是畜牧业生产规模不断扩大,另一方面是草地面积不断减少,因此导致了该地区草地的严重退化。

4 结 论

通过以上分析,本文获得以下主要结论:

表5 兴和县农牧业生产概况

Table 5 General situation of agricultural and pastoral production in Xinghe county

| 年份 | 农业总产值 (千元) | 牧业总产值 (千元) | 家畜头数 (头) | 单位耕地产值 (元/hm ²) | 人均耕地 (hm ² /人) | 人均家畜数量 (头/人) | 农牧民人均收入 (千元) |
|------|---------------|---------------|-------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
| 1989 | 32 937 | 41 633 | 253 061 | 339.23 | 0.357 | 0.931 | 0.330 |
| 1990 | 78 914 | 40 940 | 326 829 | 810.70 | 0.355 | 1.193 | 0.400 |
| 1991 | 70 898 | 45 854 | 347 346 | 707.52 | 0.364 | 1.263 | 0.450 |
| 1992 | 88 123 | 49 902 | 281 979 | 906.49 | 0.353 | 1.024 | 0.541 |
| 1993 | 86 594 | 41 394 | 412 086 | 898.65 | 0.355 | 1.518 | 0.564 |
| 1994 | 89 762 | 45 789 | 304 463 | 935.24 | 0.355 | 1.128 | 0.684 |
| 1995 | 78 338 | 49 661 | 355 380 | 782.36 | 0.372 | 1.322 | 0.828 |
| 1996 | 121 549 | 58 890 | 355 880 | 1255.02 | 0.361 | 1.327 | 1.240 |
| 1997 | 95 724 | 78 082 | 401 028 | 994.74 | 0.361 | 1.504 | 1.361 |
| 1998 | 121 559 | 80 187 | 432 238 | 1279.57 | 0.360 | 1.638 | 1.656 |
| 1999 | 150 162 | 89 579 | 470 587 | 1824.05 | 0.378 | 2.159 | 2.427 |

(1) 农田和草地是农牧交错带中最主要的土地利用类型,无论采用遥感数据还是采用统计数据,都能够反映该区域中土地利用的这一明显特征。Landsat- TM 卫星影像数据和统计数据对比分析的结果表明,它们在反映农田和草地面积的变化方面有较好的一致性。

(2) 在土地利用变化中,农田和草地的相互转换率在各种用地相互转化中非常剧烈。这一结果体现了农牧交错带土地利用的动态特征。在过去 11 年中,兴和县农业和牧业用地的互动结果为农田趋于增加,草地趋于减少。

(3) 在研究区域中,农业与牧业用地的互动特征具有明显的区域差异,不同土地利用类型在互动过程中还表现出明显的空间分布转移。农田面积不仅在总体上表现为增加趋势,而且在空间上还表现出分布重心向南转移的特点。

(4) 农业和牧业用地的互动特点是自然因素和社会经济因素同时影响的结果,区域气候干旱性增强、调整作物结构以提高单位耕地产值可能是导致农田分布重心南移的重要自然因素,追求人均拥有耕地面积和家畜头数数量的提高,驱动了农业和牧业用地的互动过程,同时也加剧了农牧业之间的争地矛盾。

参考文献(References):

- [1] Wang Jing'ai, Xu Xia, Liu Peifang. Landuse and land carrying capacity in ecotone between agriculture and animal husbandry in northern china[J]. Resources Science, 1999, 21(5): 19-24. [王静爱,徐霞,刘培芳.中国北方农牧交错带土地利用与人口负荷研究[J].资源科学,1999,21(5):19-24.]
- [2] Cheng Xu. Frontier issue of modern ecology in the study of ecotone between agriculture and animal husbandry[J]. Resources Sci-

ence, 1999, 21(5): 1-8. [程序.农牧交错带研究中的现代生态学前沿问题[J].资源科学,1999,21(5):1-8.]

- [3] China County Status Editing Committee. Fullcounty Status of China(North China) [M]. Beijing: Chinese Society Press, 1992. [中国县情大全编辑委员会.中国县情大全(华北卷)[M].北京:中国出版社,1992.]
- [4] W ulanchabu League Statistics Bureau. W ulanchabu League Annual statistics [M]. Jining: W ulanchabu League Statistics Press, 1999. [乌兰察布盟统计局.乌兰察布盟统计年鉴[M].集宁:乌兰察布盟统计局出版社,1999.]
- [5] Bai Wanqi, Bai Shuqin. The status and roles of land use and cover change in global change study [J]. Areal Research and Development, 1999, 18(4): 14-16. [摆万奇,白书琴.土地利用和覆盖变化在全球变化研究中的地位与作用[J].地域研究与开发,1999,18(4):14-16.]
- [6] Shi Ruixiang, Kang Muyi. Arable land change and its driving factor analysis in the transitional area between pastoral and agricultural regions along NECT [J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2000, 36(5): 700-705. [石瑞香,康慕谊.NECT上农牧交错区耕地变化及其驱动力分析[J].北京师范大学学报(自然科学版),2000,36(5):700-705.]
- [7] Zhang Huiyuan, Zhao Xinyi, Cai Yunlong, et al. The driving mechanism of human forces to the land use change in the karst mountain area—the case study of Guizhou province [J]. Geographical Research, 1999, 18(2): 136-142. [张惠远,赵昕奕,蔡运龙,等.喀斯特山区土地利用变化的人类驱动机制研究——以贵州省为例[J].地理研究,1999,18(2):136-142.]
- [8] Li Xiabing. International research on environmental consequence of land use/cover change [J]. Advance in Earth Sciences, 1999, 14(4): 395-400. [李晓兵.国际土地利用—土地覆盖变化的环境影响研究[J].地球科学进展,1999,14(4):395-400.]
- [9] Xiao Duning. The studying progresses of landscape ecology [J]. Beijing: Hunan Science and Technology Press, 1999. [肖笃宁.景观生态学研究进展[M].北京:湖南科学技术出版社,1999.]
- [10] Shi Peijun, Chen Jin, Pan Yaozhong. Landuse change mechanism in Shenzhen city [J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55

- (2) :151-160. [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.]
- [11] Shi Peijun, Gong Peng, Li Xiaobing. Method and Practice of Land Use /Cover Change Study[M]. Beijing: Science Press, 2000. 140-147. [史培军, 宫鹏, 李晓兵, 等. 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 140-147.]

STUDY ON CONVERSION BETWEEN FARM LAND AND PASTORAL LAND IN TYPICAL REGION OF THE FARMING-PASTORAL ZONE

GAO Qing-zhu¹, HE Li-huan¹, JIANG Yuan¹, WANG Jia-ji²

(1. China Ecological Capital Assessment Research Center, Beijing Normal University; Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education, Beijing, 100875, China; 2. Institute of Environmental Ecology, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing, 100012, China)

Abstract: The Xinghe county of Inner Mongolia, the typical region of the farming-pastoral zone in northern China, was chosen as a case study area in this paper. Based on the interpretation of the Landsat-TM data (with two digital images taken in 1989 and 2000 respectively) and the statistical analysis of society, economy and weather data, the land use and land cover change in this area was studied. The preliminary results are as follows: Farmlands and pastoral land are the main land use types in Xinghe county. Conversion between the farmland and the pastoral land is very intense from year of 1989 to 2000. Regional differences of conversion between the farmland and pastoral land are significant, and conversion is caused simultaneously by natural and social-economic influences.

Key words: Farming-pastoral zone; Land use; Driving force.