

基于遥感和 GIS 的土地利用/覆被变化研究
——以内蒙古多伦县为例

郭碧云^{1,2}, 张广军¹

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 密西根州立大学林业科学系, 美国密西根州 东兰辛 48823)

摘要: 以内蒙古多伦县 1975 年、1990 年、2000 年和 2004 年 4 期遥感影像为基础数据, 再辅以 DEM 数据、NDVI 数据、土地利用图和地面调查数据进行监督分类; 基于此, 在 GIS 空间数据平台的支持下, 采用空间分析和统计方法, 对多伦县近 30 年来土地利用/覆被变化情况进行分析研究。结果表明, 多伦县土地覆盖以草地、农业用地和未利用土地 3 种类型为主。各个时期的地类变化中, 以 2000~2004 年的林地变化最大, 动态度为 39.17%; 以 1975~1990 年间的农业用地变化最小, 动态度为 0.32%。以 20 世纪 70 年代为起点, 90 年代主要表现为农业用地、草地面积增加, 而未利用土地、林地面积减少; 到 2000 年左右, 林地、未利用地、农业用地 3 种用地面积增加, 而草地面积则大幅减少; 至 2004 年, 农业用地和未利用土地面积减少, 林地、草地面积则显著增加, 表明近年来多伦县土地覆被状况有所改善, 区域生态正朝着有利于环境保护的方向发展。

关键词: 遥感; GIS; 土地利用/覆被变化; 多伦县

中图分类号: S771.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)04-0240-05

土地利用变化可以改变土地覆被状况并影响多种生态过程^[1], 可引起相应地区及周围环境的改变。传统的对土地利用/覆被变化的研究方法费时、费力, 且不能及时准确地对较大时空尺度上的动态变化信息进行研究。遥感技术(Remote Sensing, RS)与 GIS 技术的发展和推广为这一研究注入新的活力, 在数据采集、处理及空间表达方面具有强大优势, 被广泛应用于不同尺度的土地利用/覆被变化研究, 成为当前解决资源与环境问题最有力的技术支撑^[2~4]。

多伦县地处内蒙古农牧交错带, 具有“京津风沙源区”的独特地理位置, 对这一生态脆弱区域土地利用变化进行研究, 对草原荒漠地带生态环境的恢复、重建以及该区土地资源的合理利用具有重要的科学和实践指导意义。本文运用 1975~2004 年间美国陆地资源卫星 Landsat 系列影像, 通过遥感解译和 GIS 空间技术集成, 量化研究了多伦县自 20 世纪 70 年代中期至 2004 年近三十年土地利用状况的总体特征及其动态变化。

1 研究区概况

多伦县地处内蒙古自治区中部, 锡林郭勒东南端, 阴山山脉北麓和浑善达克沙地尾缘的交错地区。地理坐标为东经 115°51'~116°54', 北纬 41°46'~42°36', 总面积 3 898 km²。海拔 1 120~1 800 m。该县

地处中温带半干旱向半湿润过渡区, 大陆性气候明显, 年均气温 1.6℃, 年降水 385 mm。地貌属低山丘陵间河谷盆地, 地表水和地下水资源较丰富。

2 数据来源

2.1 遥感数据

选取 MSS、TM、ETM、ETM+ 共计 11 景遥感影像为数据源。MSS 数据地面分辨率为 57 m×57 m, TM、ETM 数据地面分辨率为 28.5 m×28.5 m, ETM+ 数据地面分辨率为 30 m×30 m, 选取的影像时相在 5~10 月, 所选图像当日天气晴朗少云, 影像质量较好, 各类地物特征明显。

2.2 野外调查数据

野外调查借助于手持 GPS 和 Google Earth 软件进行, 用 GPS 采集不确定区域的边界, 在 Google Earth 数字地球模型中直接形成多边形, 确定调查区域内经纬度、海拔高度及植被覆盖类型, 建立遥感影像解译标志, 用以区分分类过程中遥感图像上难以确定的土地覆盖类型。运用野外调查数据和其它辅助资料对遥感影像的分类结果进行补充和修正, 并基于上述调查数据对分类精度进行评价。

2.3 其它资料

DEM 数据及其衍生的坡度数据系采用国家测绘局提供的 1:25 万电子数字地形图; 行政区划采用 1:400 万全国县界图, 由国家基础地理信息系统网站提

供:分类过程中参考了 1980 年和 2000 年全国土地利用电子图以及土壤分布和水文地质等辅助资料。

3 研究方法

3.1 遥感图像处理

3.1.1 波段选择 运用 Erdas 8.7 图像处理软件^[5],MSS 影像选取 RGB4, 3, 2 波段作为假彩色合成图像。TM、ETM 及 ETM+ 影像选用 RGB 5, 4, 3 波段作为假彩色合成图像。经试验比较,在多伦县应用这三个波段对应红、绿、蓝作为假彩色合成为最好,在这种波段组合中:水体为深蓝色,沙地为白色,森林为深绿色,草地为浅绿色,农田为紫红色。

3.1.2 几何校正 采用 WGS-84 大地基准面和 UTM 地图坐标投影体系,对影像进行几何校正。图像几何校正均采用二次多项式法进行坐标变换,为提高计算速度和保持图像的连续性,采用双线性内插法完成像元重采样,点位误差控制在 0.5 个像元以内,同时也采用了部分 GPS 野外实测数据,保证了 4 个不同时相数据相同位置像元的空间位置配准的准确性。

3.1.3 图像镶嵌和图像裁剪 除了 1975 年多伦县覆盖 2 景 MSS 影像,其它 3 个时期每期影像均由 3 景构成,所以需要对每期影像进行图像的镶嵌处理,形成覆盖全县的整幅图像。由于研究区范围只限于多伦县,为节省计算资源,提高速度,需要进行图像裁剪,得到用行政边界裁出的研究区影像。

3.1.4 NDVI 的计算 归一化植被指数(NDVI, Normalized Difference Vegetation Index)可有效增强植被光谱信息,同时消除大部分与仪器定标、太阳角、地形、云阴影和大气条件有关的辐照度变化,是目前已有的 40 多种植被指数中应用最广的一种,通常被认为是值得优先考虑的遥感监测指数^[6]。利用 Erdas 软件根据多伦县 4 期影像计算 NDVI,得到 4 个时期的 NDVI 数据(图 1)。

3.2 遥感图像解译

图像解译基于目视判读,将计算机识别与野外考察相结合,通过人机交互进行。

3.2.1 分类系统 根据土地资源分类标准^[7],结合研究目的、数据源的特点和多伦县的实际状况,将研究区的土地利用/覆盖类型划分为农业用地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地 6 种一级类型。将土地利用/覆盖类型再进一步划分为水田、旱地、有林地、灌木林地、疏林地、其它林地、高覆盖草地、中覆盖草地、低覆盖草地、河渠、湖泊、水库坑塘、滩涂、滩地、城镇用地、农村居民点、工矿用地、沙地、盐

碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石砾地和其他未利用土地等 23 种次一级类型。

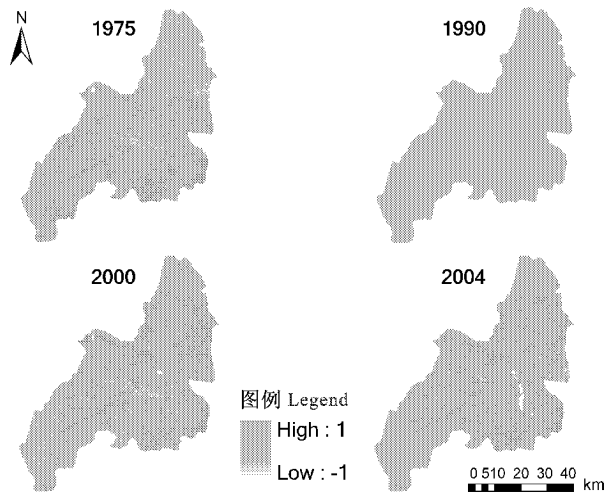


图 1 多伦县 1975、1990、2000 及 2004 年 NDVI
Fig.1 Maps for NDVI in 1975, 1990, 2000 and 2004 in Duolun County

3.2.2 遥感影像监督分类 首先,对遥感影像做初步判读,对影像上不确定的区域进行野外调查,结合地形图对调查样地的地形地貌、植被、土壤、地表形态及植被盖度等进行记载,并与影像上对应区域的特征进行对照验证。其次,根据影像上地物的几何形状,颜色特征、纹理特征、空间分布情况和地物的光谱特征,结合调查数据建立统一的判读标志。最后,在 Erdas 软件环境下,运用监督分类中的最大似然法,进行监督分类。分别将 4 期分类结果进行重新编码合并同类,得到该地区 4 个时期土地利用分类图(图 2)。

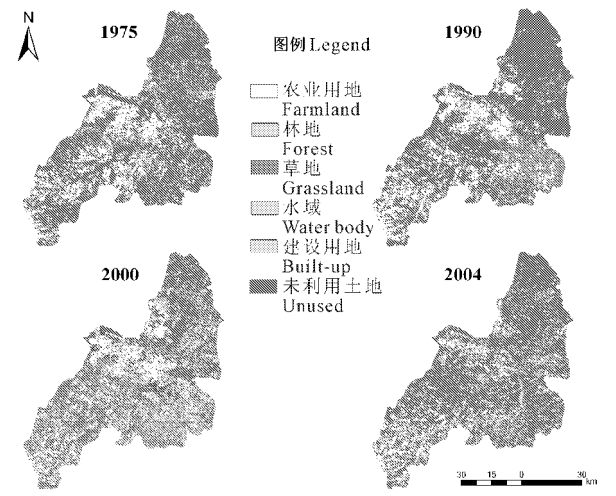


图 2 4 个不同时期多伦县土地利用状况

Fig.2 Land use maps of Duolun County in the four periods

4 结果与分析

根据 1975~2004 年 4 期遥感数据的分类结果, 基于 Arc/Info 平台将 23 个次级类归为 6 个一级类, 然后统计得出 4 个时期 6 个地类面积, 并对各类面积的变化情况进行分析。

4.1 土地利用总体特征分析

图 2 中分别显示 1975 年~2004 年间 4 个时期的土地利用状况, 从图中可以看出, 研究区的土地类型发生明显变化。农业用地、林地、草地和未利用土地变化幅度较大。农业用地呈现先扩张后收缩的趋势, 1990 年前后农业用地面积较前期有所增加, 到 2004 年明显减少, 在县域中部和西南部这种变化趋势表现明显; 草地的变化在 1990 年前后十分突出, 在一些草地连片分布区, 耕地侵占草地的现象较为普遍; 林地在 1975 年分布广泛, 1990 年林地明显减少, 到 2004 年林地较前期有所增加。从多伦县历年人口和经济发展的宏观趋向来看, 引起农业用地、草地及林地变化的原因主要是人口增加及国家和地方环境政策的影响所致。水域面积较小, 但变化较大, 水域的变化更多地受降水量年际变化的影响; 未利用土地收缩趋势十分明显, 在一些未利用地连片分布区, 耕地侵占未利用土地的现象较为普遍; 建设用地在 6 种土地利用分类中变化最不明显, 这主要是因为它在该县土地利用类型构成中所占份额较小, 虽然面积一直在增加, 但与其它类型相比, 变化不大。

按不同阶段各地类所占比例来看, 农业用地、草地、未利用土地一直占主导地位, 林地、水体、建设用所占份额比较小, 其中, 农业用地和未利用土地面积所占比重在逐渐减少。

(1) 1975~1990 年, 农业用地、草地、建设用地面积有所增加, 其中草地面积增幅较大, 所占份额从 52.5% 增加到 61.3%; 林地、未利用土地和水体有明显减少, 林地面积份额从 5.2% 减少到 2.1%; 水体和建设用地这两种地类的面积变化幅度最小。

(2) 1990~2000 年, 农业用地、未利用土地和林地呈现增加趋势, 农业用地从 24% 增加到 30.1%, 林地从 2.1% 增加到 3.1%; 草地大幅度减少, 从 61.3% 减少到 41.1%; 水体和建设用地有所增加, 但增幅不大。

(3) 2000~2004 年, 草地和林地面积增幅很大。草地份额从 41.1% 增加到 52.3%, 但其面积仍小于 1990 年和 1975 年, 林地从 3.1% 增加到 7.9%; 农业用地和未利用土地减幅很大, 农业用地从 30.1% 减

少到 22.2%, 未利用土地从 25% 减少到 16.4%, 其面积小于 1975 年, 大于 1990 年。

4.2 土地利用变化速度

为进一步分析各年份区间内的土地利用变化特征, 选用土地利用动态度对多伦县不同时期土地利用变化进行计量分析。土地利用动态度用来定量描述区域土地利用类型面积的变化速度, 对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极作用。土地利用动态变化度包括单一土地利用动态度和综合土地利用动态度, 本文采用的单一土地利用动态度能够直观反映特定类型土地利用面积的变化速率, 是目前常用的计算土地利用变化速度的指标。其表达式为^[8]:

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\%$$

式中, U_a , U_b 分别为研究初期及研究末期某一种土地利用类型的面积; T 为研究时段长度, 当 T 的时段设定为年时, K 值为研究区某种土地类型在研究时段内的年变化速率。由上式计算出多伦县单一土地利用动态度(表 1)。

表 1 多伦县 1975~2004 年土地利用类型动态度(%)

Table 1 Dynamic degree based on the land use types in Duolun County from 1975 to 2004			
类型 Types	1975~1990 年 动态度 Dynamic degree from 1975 to 1990	1990~2000 年 动态度 Dynamic degree from 1990 to 2000	2000~2004 年 动态度 Dynamic degree from 2000 to 2004
农业用地 Farmland	0.32	2.52	-6.59
林地 Forest	-4.58	4.59	39.17
草地 Grassland	1.29	-3.30	6.86
水域 Water body	-6.49	19.52	11.87
建设用地 Built-up	0.92	0.89	13.33
未利用土地 Unused	-2.49	10.65	-8.59

由表 1 可知, 从 1975~1990 年间, 多伦县土地利用类型中年变化率最快的是水域, 动态度为 -6.49%, 其次是林地, 动态度为 -4.58%, 即林地在这—时段内以每年 4.58% 的速度在减小; 呈减少趋势的还有未利用土地, 其动态度为 -2.49%。呈增加趋势的是草地、建设用地和农业用地, 其动态度分别为 1.29%、0.92% 和 0.32%, 说明在这—时段内它们每年以 1.29%、0.92% 和 0.32% 的速度增

加。

1990~2000年间,从土地类型动态来看,呈增加趋势从大到小依次是水域、未利用土地、林地、农业用地和建设用地,其动态度依次为:19.52%、10.65%、4.59%、2.52%和0.89%。呈现减少趋势的只有草地,其动态度为-3.30%。

2000~2004年间,土地动态变化最快的是林地,变化最慢的为草地。呈现增加趋势的土地类型动态度由大到小依次为:林地、建设用地、水域、草地,其动态度分别为:39.17%、13.33%、11.87%和6.86%。呈现减少趋势的为农业用地和未利用土地,其动态度分别为-6.59%和-8.59%。

4.3 土地利用变化主要驱动因素分析

土地利用与土地覆盖变化既受自然因素的制约,又受社会、经济和历史等人文因素的影响,具有很强的综合性和地域性。人类的社会经济活动直接导致了土地利用方式的改变和土地利用结构的演变,人口因素、城市化与经济发展速度、产业结构调整等,是研究区土地利用变化的真正的驱动力^[9]。

多伦县国内生产总值中农牧业比例过高,是典型的以农牧为主的地区,国内生产总值一直呈上升趋势。建国50年来,多伦县人口数量从2万人增加到10万以上。人口增加导致对耕地资源的需求增加。由于该区农业生产水平水平和农耕产出低下,人们只有通过不断地开垦草地以增加耕地面积,其中,一些不适宜耕种的草地也拓变为耕地。牧业方面,1950年全县共有牲畜1.48万头(只),到1960年达到13.4万头(只),翻了近10倍,20世纪80年代末,政府号召发家致富,鼓励多养牲畜,到1999年全县牲畜数量达到60万头(只)^[10~13]。畜牧业的快速发展,对草场面积和质量影响很大。超牧极大程度地破坏草场,使得草地覆被稀疏,覆盖率降低,草场退化严重。退化草地在干旱和大风作用下很容易发生沙漠化,区域环境状况堪忧。

近几十年,多伦县出现过3次开垦草地的高潮,一是20世纪60年代初期;二是“文化大革命”期间,强调“以粮为纲”大面积开垦草原;三是1981年后,由于生产责任制的变更,牧民将承包的牧场开垦为耕地。在近几年,国家把该县作为“防风固沙”和“京津风沙源”的重点治理区,实施了“京津风沙源治理工程”、“退耕还林还草工程”、“禁牧舍饲工程”和“生态移民工程”^[14],使该地区生态环境恶化的趋势得到有效遏制。根据遥感解译的结果,2000年以来研究区林草面积有所增加,农田和未利用土地面积发生相应减少,和上述工程的开展相互印证,表明多伦

县的地表覆被正朝着有利于生态改良的方向发展。

5 结 论

遥感技术运用于土地利用/覆被变化动态监测研究,可以做为土地资源动态监测的主要手段,为监测大面积区域的植被覆盖提供了可能,不同时相的卫星影像之间的相互叠加或卫星影像与土地详查数据库的叠加有利于在较大尺度快速发现土地利用变化的时空特征。

本文选用MSS、TM、ETM及ETM+等4期遥感数据对近30年多伦县土地利用/覆被变化进行分析,发现土地利用结构发生了明显的变化。多伦县土地覆盖以草地、农田和未利用土地3种类型为主。各个时期的地类变化中,以2000~2004年的林地变化为最大,动态度为39.17%;以1975~1990年间的农业用地变化为最小,变化度为0.32%。以20世纪70年代为起点,90年代主要表现为农业用地、草地面积增加,而未利用土地、林地面积减少;到2000年左右,林地、未利用地、农业用地3种用地面积增加,而草地面积则大幅减少;至2004年,农业用地和未利用土地面积减少,林地、草地面积则显著增加,表明近年来多伦县土地覆被状况有所改善,区域生态正朝着有利于环境保护的方向发展。

致谢:本文得到美国密西根州立大学林业科学系尹润生教授的指导,特此感谢!

参 考 文 献:

- [1] Turner M C. Landscape ecology: the effect of pattern on process[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1989, 20: 171—197.
- [2] 徐冠华. 遥感与资源环境信息系统应用与展望[J]. 环境遥感, 1994, 19(4): 241—246.
- [3] 徐冠华. 遥感信息科学的进展与展望[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 385—397.
- [4] 高志强, 刘纪远, 庄大方. 基于遥感和GIS的中国土地利用/土地覆盖的现状研究[J]. 遥感学报, 1999, 3(1): 134—138.
- [5] 党安荣, 王晓栋, 陈晓峰, 等. Erdas Imagine 遥感图像处理方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 13.
- [6] 郭 锐. 植被指数及其研究进展[J]. 干旱气象, 2003, 21(4): 71—75.
- [7] 田光进, 庄大方, 刘明亭. 近10年中国耕地资源时空变化特征[J]. 地球科学进展, 2003, 18(1): 30—35.
- [8] 高志海, 李增元, 魏怀东, 等. 基于遥感的民勤绿洲植被覆盖变化定量监测[J]. 地理研究, 2006, 25(4): 587—595.
- [9] 郑长春, 王秀珍, 朱 蕾, 等. 基于RS与GIS的县域土地利用时空变化分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(17): 7396—7399.
- [10] 阿如早. 近50a京津风沙区土地沙漠化时空变化规律及其发展趋势研究——以内蒙古多伦县为例[D]. 包头: 内蒙古大学, 2007.

- [11] 宝音陶格涛, 白永飞. 农牧交错区面临的问题及其解决的途径[J]. 应用生态学报. 2004, 15(2): 245—248.

[12] Mitchell D J, Fuller M A, Trueman I C. Sustainability of reclaimed desertified land in Ningxia, China[J]. Journal of Arid Environments, 1998, 39: 239—251.

[13] Chen Y F, Cai Q G. The status, causes and control of desertification in the Ortindag Sandy Land to the North of Beijing[J]. Progress Geography, 2003, 22: 353—359.

[14] 阎树林, 李京民. 多伦县生态系统退化与恢复重建[R]. 多伦县: 内蒙古自治区多伦县人民政府, 2005.

Study on land use and land cover change based on remote sensing and GIS

—A case study of Duolun County in Inner Mongolia

GUO Bi-yun^{1,2}, ZHANG Guang-jun¹

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. Department of Forestry, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48823, USA)

Abstract: Assisted by the dataset of Digital Elevation Model, Normalized Difference Vegetation Index and land use maps, four periods of Landsat MSS, TM and ETM+ data from 1970s to near present were adopted for the classification of the historical land use change in Duolun County of Inner Mongolia in China. Based on the platform of the Geographic Information System, changeable patterns of the regional land use were spatially and statistically analyzed for the above four durations. The results revealed that there have been obvious changes in the land use patterns in the past 3 decades. The area has been dominated by grassland, farmland and unused land, and changes in land uses during the 4 periods showed differences. Maximum change in forestland occurred in the period of 2000~2004 with the changeable ratio of 39.17%; Minimum change in farmland occurred from 1975 to 1990 with a relative small changeable ratio of 0.32%. Based on the land use statistics in 1970s, the significant land use change was mainly focusing on the increase of farmland and grassland and the decrease of forestland and unused land in 1990s. To the year of 2000, the increase of forestland, unused land and farmland, and the remarkable decrease of grassland featured mainly. In the year of 2004, the decrease of the area of farmland and unused land while the increase of grassland and forestland was obvious, which showed a real regional improvement on environmental conditions across Duolun County according to the land use change in recent years.

Key words: remote sensing; GIS; land use/cover change; Duolun County