

基于 RS 和 GIS 的土地利用/土地覆被动态变化分析 ——以石河子垦区为例

王金沙, 王 玲, 赵 洲, 胡 勇, 王炬欢
(石河子大学师范学院, 新疆石河子 832003)

摘要: 通过利用遥感、地理信息系统等技术方法, 对石河子垦区 1989 年、2000 年的 Landsat-TM 影像进行处理, 解译到石河子垦区土地利用变化空间数据, 并对石河子垦区 1989~2000 年 11 年间的土地利用/土地覆被数量、类型及其变化进行分析研究, 得到石河子垦区 1989~2000 年土地变化情况及其土地利用变化转移矩阵。结果显示: 石河子垦区近 11 年来土地利用/土地覆被变化速度很快。其中, 耕地和林草面积皆成明显上升趋势, 平均每年分别以 5.03% 和 5.13% 的速度增加; 盐碱地面积减少了 655.40 km², 其年变化率最大达 7.24%; 水体湿地面积减少了 103.09 km², 其年变化率减少 4.58%; 荒漠的面积只减少了 25.26 km², 并且年变化率最小, 以每年 0.22% 的速度在减少, 这些分析结果可为石河子垦区土地可持续利用提供有效的决策支持。

关键词: 遥感技术; 地理信息系统; 土地利用/土地覆被; 动态变化

中图分类号: S127 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)02-0144-04

Dynamic Change Analysis of Land Use and Land Cover Based on RS and GIS ——Taking Reclamation Area of Shihezi as an Example

WANG Jin-sha, WANG Ling, ZHAO Zhou, HU Yong, WANG Ju-huan
(Teachers College of Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003)

Abstract: In this paper, the data of the spatial dynamic change of land use of Shihezi reclamation areas remote sensing imagery in 1989 and 2000 years was derived by using the methods of remote sensing (RS) and geographical information system (GIS), the number, types and changes of land use and land cover were analyzed. The land use conversion matrix was obtained of Shihezi reclamation area during the period from 1989 to 2000 years. The result showed that the changing speed of land use and land cover in Shihezi reclamation area was very rapid. Among them, the areas of land and forest-grassland appeared obvious increasing trend. In average, the annual land area and forest-grassland area were increased by 5.03% and 5.13% respectively. The area of saline-alkali soil reduced 655.40 km², its maximum of annual gradient reached 7.24%. The area of water-wetland reduced 103.09 km², its maximum of annual gradient reached 4.58%. The area of desert only reduced 25.26 km², which annual gradient is a minimum, and a speed of 0.22% reduced every year. These analysis results could be effectual reference for continuous land use of Shihezi reclamation area.

Key words: remote sensing technology; geographic information system; land use and land cover; dynamic change

随着我国西部大开发战略的实施, 经济发展重心的空间转移必将引发土地利用的突变过程, 因此其实施过程中的土地利用问题必定引人注目。加之城市发展速度的加快, 信息的日新月异和空间结构的复杂化, 那些传统的手工采集获得的信息手段一直是制约土地管理事业发展的瓶颈, 特别是缺少实时动态信息, 不能

适时地进行土地利用信息变更和规划方案调整。因此, 解决这一问题的关键便是发展新型的高端技术——遥感和地理信息系统技术。地理信息系统是一种特定的十分重要的空间信息系统, 它是在计算机硬件、软件系统支持下, 对整个或部分地球表层(包括大气层)空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统^[1], 其管理的对象是多种地理空间实体数据及其关系, 是用于分析和处理在一定地理区域内分布的各种现象和过程, 解决复杂的规划、决策和管理问题的一种技术。而遥感则是在远离目标和非接触的条件下探测目标地物, 通过传感器这

收稿日期: 2008-01-13

基金项目: 石河子大学第六期“SRP”项目(SRP0701001)

第一作者简介: 王金沙(1987-), 女, 新疆哈密市人, 学士, 从事资源环境与城乡规划管理研究。

通讯作者: 王玲(1974-), 女, 新疆人, E-mail: w_ling @shzu.edu.cn.

类对电磁波敏感的仪器,获取目标物体反射、辐射的电磁波信息,进行处理、分析与应用的一门综合性科学或技术^[2]。其主要用于信息的采集、实时动态监测、模拟与预测、分析与评价以及三维显示,它在土地利用调查中的应用为调查人员提供了一个功能强大的工具。因此,遥感和地理信息系统技术的快速发展,目前已成为开展土地利用变化研究不可缺少的重要技术手段。石河子垦区近年来土地利用/覆被变化巨大,研究其区域内当前城市化过程、耕地面积减少、土地利用变更和生态环境变化等的基本数据和图面资料可以全面、及时的掌握土地资源变化规律,对该地区实现土地资源可持续利用有着重要的现实意义。本文基于遥感和地理信息系统技术对石河子垦区 1989 年 9 月和 2000 年 9 月的 Landsat-TM 影像进行分析研究。

1 石河子垦区概况

石河子垦区地处天山北麓中段,古尔班通古特大沙漠南缘,即东经 84°58′~86°24′,北纬 43°26′~45°20′。垦区平均海拔 300~500 m 左右,属典型的温带大陆性气候。

垦区地形由南向北依次为天山山区、山前丘陵区、山前倾斜平原、洪水中积平原、风成沙漠区。土壤多系灰漠土、潮土、草甸土,土质多系砾质土、沙质土、粘质土等。周围基带植被和土壤呈现出荒漠化的显著特征,构成荒漠景观。而在石河子垦区受到光温、水分、土壤、植被以及人类生产活动的影响,形成了干旱荒漠背景下具有生机盎然的绿洲景观。绿洲是沙漠和戈壁中利用价值最高的土地资源,它是人类生存发展的主要空间,也是经济活动的重要基地,所以绿洲是沙漠和戈壁中的宝地,更应该珍惜和保护,促使其向良性发展。

2 数据来源及其研究方法

2.1 数据来源

本文采用石河子垦区 1989 年 9 月和 2000 年 9 月 Landsat TM 遥感影像图,同时还有地理位置、气候、水文、人口、土壤、自然资源等其它统计资料。数据的采集与处理采用遥感和地理信息系统方法以及数理统计方法。

2.2 研究方法

研究石河子垦区土地利用/土地覆被的动态变化主要从土地利用类型面积的时间变化、空间变化两个方面进行研究。利用“3S”技术土地覆盖类型和覆盖度的监测主要通过不同时期遥感图像对比来提取差别信息。

在专业遥感图像处理软件 ENVI 中,首先利用遥感软件将 1989 和 2000 年的 TM 影像进行几何校正和几何配准(研究区经纬度坐标:北纬 44°54′3.83″~45°38.

04′,东经 85°9′21.59″~86°24′45.26″),并进行统计滤波等增强处理,然后在专业遥感处理软件 ENVI 中对 2 个时期的遥感影像进行非监督分类和目视解译校正生成 1989 年和 2000 年土地利用/土地覆盖分类结果,再将两个时期的分类结果图经过几何校正、信息自动识别、影像拼接、人机交互式信息修正等遥感信息处理方法,获取原始差别信息(一般表现多个小的多边形),再经过多边形聚合,人工目视解译等步骤排除干扰因素及遥感图片投影参数不同造成“伪”变化信息,得到的真正土地利用变化信息,从而获得不同时期的土地覆盖类型图(见图 1,图 2)。

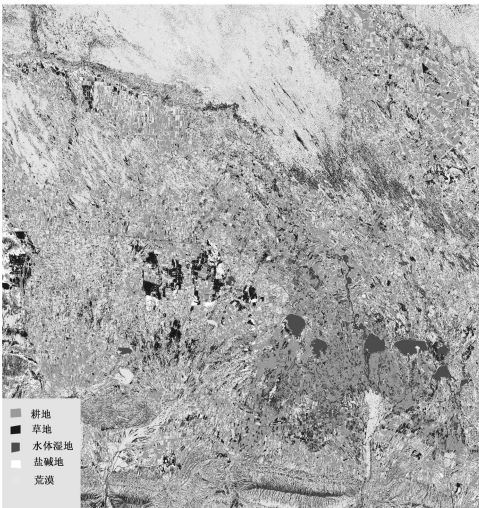


图 1 石河子垦区 1989 年土地利用现状

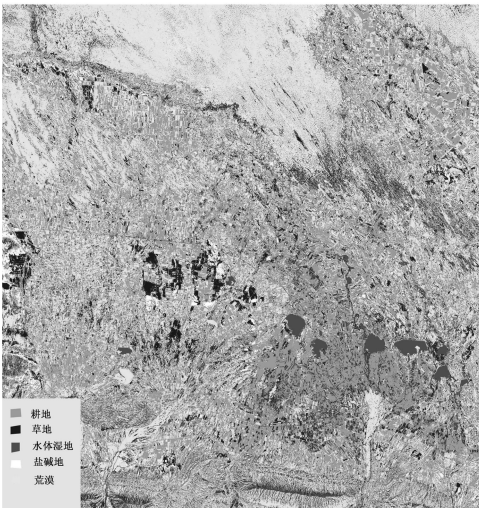


图 2 石河子垦区 2000 年土地利用现状

3 土地利用变化时空动态分析

3.1 土地利用变化幅度分析

区域土地利用变化幅度主要是指不同时期土地面积的变化,体现在不同土地利用类型的总量变化上,其表达式为:

$$\Delta U = U_b - U_a^{[3]} \tag{1}$$

式中 U_b 、 U_a 分别代表研究末期和研究初期某种土地类型的面积/ km^2 , 统计结果见表 1 及图 3 和图 4。

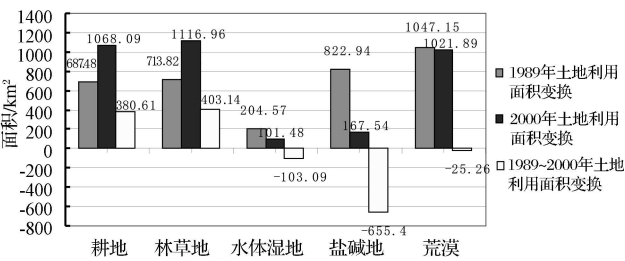


图 3 石河子垦区 1989~2000 年土地利用面积变换

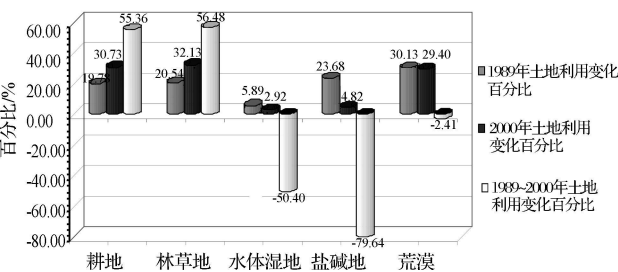


图 4 石河子垦区 1989~2000 年土地利用变化百分比

表 1 石河子垦区 1989~2000 年土地利用类型面积变化

年份	耕地	林草地	水体湿地	盐碱地	荒漠
1989	面积/ km^2 687.48	713.82	204.57	822.94	1047.15
	百分比/% 19.78	20.54	5.89	23.68	30.13
2000	面积/ km^2 1068.09	1116.96	101.48	167.54	1021.89
	百分比/ 30.73	32.13	2.92	4.82	29.40
1989~2000	变化面积/ km^2 380.61	403.14	-103.09	-655.40	-25.26
	变化率/% 55.36	56.48	-50.40	-79.64	-2.41

1989~2000 年间, 该研究区内各类土地利用面积发生了不同程度的变化。从表 1 及图 3 和图 4 可以看出, 11 年间, 耕地和林草地面积皆成明显上升趋势, 变化率分别为 55.36%、56.48%。耕地面积增加了 380.61 km^2 , 增加的百分比为 30.73%; 林草地增加了 403.14 km^2 , 增加的百分比为 32.13%; 1989 年研究区的盐碱地和荒漠面积所占比例较大, 分别为 23.68%和 30.13%;到了 2000 年, 盐碱地面积所占比例减少到 4.82%, 其变化率很明显, 减少了 79.64%; 荒漠面积由 1989 年的 1 047.15 km^2 减少到 2000 年的 1 021.89 km^2 , 面积减少了 25.26%, 变化率增加了 2.41%; 虽然 1989 和 2000 年水体湿地的面积百分比不是很大, 分别只有 5.89%和 2.92%, 但其变化率却减少了 50.40%。由此可见, 11 年来, 由于经济的发展、城市化水平的提高, 该垦区在治理荒漠、盐碱地以及绿化方面做了很大的努力, 所以盐碱地和荒漠面积在不断减少, 然而水体湿地的面积却在大幅度地减少, 如果不加以遏止和合理引导的话, 这种态势会进一步恶化, 降低水体湿地系

统的社会效应, 进而引起生物多样性等一系列的生态环境问题。

3.2 土地利用动态度分析

土地利用动态度包括单一土地利用动态度和综合土地利用动态度。单一土地利用动态度表达式为:

$$R = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \tag{2}$$

式中 U_b 、 U_a 分别代表研究末期和研究初期某种土地类型的面积 (km^2), T 表示研究期时段长, 当 T 的单位设定为年时, R 值就是该研究区域内某种土地利用类型的年变化率 (见表 2)。

表 2 石河子垦区 1989~2000 年土地利用年变化率

土地利用类型	耕地	林草地	水体湿地	盐碱地	荒漠
土地利用年变化率 $R/\%$	5.03	5.13	-4.58	-7.24	-0.22

结果表明, 该研究区 11 年间, 耕地和林草地的年变化率为 5.03%和 5.13%;水体湿地为 -4.58%;盐碱地的年变化率最大达 -7.24%; 荒漠的年变化率最小, 为 0.22%。

综合土地利用动态度表达式为:

$$LC = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i \rightarrow j}}{\sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \tag{3}$$

式中, LU_i 为监测起始时间第 i 类土地利用类型面积; $\Delta LU_{i \rightarrow j}$ 为监测时段第 i 类土地利用类型转变为非 i 类土地利用类型面积的绝对值; T 为监测时段长。当 T 设定为年时, LC 的值就是该研究区域土地利用年综合变化率。由上式计算得到 $LC=2.02\%$, 也就是说石河子垦区 1989~2000 年中, 每年每 100 km^2 土地中有 2.02 km^2 土地利用方式发生变化。

3.3 土地利用程度分析

根据刘纪远等提出的土地利用程度的综合分析方法, 将土地利用程度分为四级, 并赋予分级指数 (未利用地为 1, 林草地、水体为 2, 耕地为 3, 工矿居民点及交通用地为 4), 根据石河子垦区特殊的用地情况, 将分级指数稍作调整, 最终确定的分级指数荒漠为 1, 盐碱地为 2, 林草地、水体为 3, 耕地为 4, 从而得到土地利用程度的量化表达式为:

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i C_i, i \in [1, 4], L \in [100, 400] \tag{4}$$

土地利用程度变化是多种土地利用类型变化的综合结果, 其表达式为:

$$\Delta L_{b-a} = 100 \times \left[\sum_{i=1}^n A_i \times C_{i,b} - \sum_{i=1}^n A_i \times C_{i,a} \right] \tag{5}$$

式中: i 表示土地利用程度分级指数; A_i 表示第 i 级的土地利用程度; $C_{i,b}$ 表示第 i 级土地利用面积占

总面积的百分比; C_i 表示土地利用程度变化量; ΔL_{b-a} 表示研究末期土地利用综合度指数, L_b 表示研究初期土地利用程度综合质数。若 ΔL_{b-a} 为正值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。由上式计算得到 ΔL_{b-a} 为 267.11, L_b 为 235.9, ΔL_{b-a} 为 31.21, 说明这 11 年石河子垦区土地处于发展时期。

表3 石河子垦区 1989~2000 年动态转移矩阵 km²

2000 年土地 利用类型	1989 年土地利用类型					
	耕 地	林草地	水体湿地	盐碱地	荒 漠	合 计
耕 地	448.02	239.66	39.13	104.88	236.39	1 068.08
林草地	208.34	336.63	77.39	180.19	314.39	1 116.94
水体湿地	6.10	10.75	75.72	1.48	7.43	101.48
盐碱地	4.88	10.81	2.62	119.48	29.76	167.55
荒 漠	20.13	115.97	9.71	416.9	459.19	1 021.9
合 计	687.47	713.82	204.57	822.93	1 047.16	3 475.95

转移矩阵可以非常直观的表现 11 年间垦区土地利用类型相互转移情况。由表 3 可知 11 年来研究区内盐碱地的转移变化量最大, 达到 703.45 km², 其转移概率为 85.48%, 主要转变为无法被利用的荒漠, 有 285.07 km² 的盐碱地转变为耕地和林草地, 同时也有很少一部分转变为水体湿地; 林草地和耕地的转移变化量较大, 分别为 377.198 km² 和 239.45 km², 同时又分别新增了 780.31km²和 620.06 km², 这主要得益于盐碱地和荒漠的改善和开发利用; 由于水体湿地的绝对转移变化量不大, 为 128.85 km², 而其新增面积只有 25.76 km², 所以整个研究区内水体湿地面积反而减少了近一半, 这种现象需引起我们的高度重视; 荒漠的转移变化量不大, 主要是因为荒漠难以被开发利用。

4 结论与讨论

由以上分析可以得到如下结论:

4.1 整个研究区内土地利用类型变化较大, 除了荒漠变化不明显外, 其它土地类型年变化率都在 5%左右, 说明这 11 年间政府在不断地调整土地利用类型, 土地利用朝着更加有效的方向发展。

4.2 研究区内盐碱地变化面积和变化率均为最大值, 703.45 km² 的盐碱地转化为其他用地类型, 其中大部分被转化为耕地和林草地, 说明大量盐碱地被开发利用, 垦区农牧业得以发展。

4.3 水体湿地基数小, 变化率大, 11 年来水体湿地面积减少了一半, 如果不采取有效措施防止水体湿地进一步减少, 水源问题势必成为垦区农牧业乃至工业的最大限制因素。

4.4 上述分析表明, 11 年间荒漠面积变化率偏低, 也就是说只有很少的一部分荒漠被开发利用, 主要是因为荒漠难以被开发利用。但是在技术手段成熟的基础上, 政府应鼓励多开荒造田, 充分利用荒漠, 力争将荒漠变为绿洲。

社会经济因素是土地利用变化的主要外部驱动

3.4 土地利用动态转移矩阵分析

土地利用类型之间的相互转换情况可采用马尔可夫转移矩阵来进一步描述。转移矩阵能全面而具体地刻画区域各土地类型变化的方向。利用 1989~2000 年土地利用动态变化矢量数据求出 1989 年和 2000 年两个时期的土地利用类型的动态转移矩阵(见表 3)。

力。随着石河子垦区的农副产品不断在国内市场中崭露头角, 农牧产业迅速得到发展, 加之石河子经济开发区的不断发展, 为农牧产业奠定了扎实的产销基础, 由此促成了垦区土地的进一步开发利用, 11 年来垦区盐碱地面积的急剧减少正是得益于此。

人口的增长和政府政策是导致土地利用发生变化的主要因素。随着垦区人口不断地增加, 垦区劳动力日益充足, 在政府政策的鼓励下, 垦区人民不断开荒垦田, 大量盐碱地被开垦成农田; 其次, 政府加大对牧业的监管和控制, 生态性脆弱的草地得到保护和发展, 一部分自然条件稍好的荒漠经过 11 年的发展已逐渐转化成低覆盖草地; 再次, 城镇人口的增加和城市化的发展使得城镇土地利用类型发生了重大变化, 部分耕地和荒地被开发成建设用地, 城郊的部分耕地和盐碱地被转化为城市防护林带, 城郊的荒地也被大量开垦利用。

参考文献:

[1] 赵俊美, 李晋陵, 马庆勋. GIS 和遥感技术在土地利用与土地覆盖动态监测中的应用探讨[J]. 现代农业科技, 2008(10): 226-227.

[2] 梅安新. 遥感导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 134-178.

[3] 王本芬, 宋轩, 杜丽平. 基于 RS 和 GIS 的土地利用变化分析[J]. 河南科技, 2007(12): 36-37.

[4] 张金前, 韦素琼. 基于 GIS 的土地利用变化分析[J]. 安庆师范学院学报(自然科学版), 2004 10(2): 96-98.

[5] 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(1): 81-87.

[6] 宋轩, 石端晓, 李昕. 基于 GIS 和 RS 的郑州市城区土地利用变化分析[J]. 河南农业大学学报, 2008, 42(4): 454-460.

[7] 郭程轩, 甄坚伟. 土地利用变化动态模型的比较分析与评价[J]. 国土资源科技管理, 2003 20(5): 22-26.

[8] 党安荣. ERDAS IMAGING 遥感图像处理方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 95-108.

[9] 李树国, 马仁会. 对我国土地利用分类体系的探讨[J]. 中国土地科学, 2000, 14(1): 39-40.

[10] 甘甫平, 王润生, 王永江. 基于遥感技术的土地利用与土地覆盖的分类方法[J]. 国土资源遥感, 1999(3): 40-45.