

基于 GIS 的土地利用时空动态变化分析

——以塔里木盆地农垦区为例

马松增¹, 史明昌¹, 杨贵森², 徐晓桃³, 殷建²

(1. 北京林业大学 省部共建森林资源培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 新疆生产建设兵团 水土保持监测总站, 乌鲁木齐 830002; 3. 北京地拓科技发展有限公司, 北京 100084)

摘要:通过遥感获取的时间序列信息,分析新疆塔里木盆地农垦区土地利用的空间变化和未来发展趋势,为农垦区土地的可持续开发利用提供决策参考。以 5 个时期的遥感影像为数据源,借助遥感与地理信息系统软件,结合土地利用动态变化的指标,分析塔里木盆地农垦区近 35 a 来的土地利用时空动态变化过程。研究表明:大量增加的农用地主要源自林地和未利用地的开发利用,总面积增加 1 843.82 km²;城镇建设用地快速增长,总面积增加 110.21 km²;未利用地显示出开垦和耕地化的趋势;在 2006 年之前,研究区域的土地利用变化速度呈现逐步加快的趋势,2006 年以后,变化速度减慢,土地利用动态度由 451.44 降为 -46.17。农垦区的土地开发速度逐渐放缓,为脆弱的生态环境恢复提供有利条件,但同时由于经济的快速发展,给生态环境带来了新的威胁,因此在土地开发利用的同时,要坚持可持续发展道路,重视生态环境的保护与恢复。研究结果对研究区域具有现实指导意义。

关键词:塔里木盆地;土地利用;遥感;地理信息系统;时空变化

中图分类号:F301;TP751

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)01-0177-05

Analysis on Spatiotemporal Change of Land Use Based on GIS Technology

—Taking Xinjiang Tarim Basin as an Example

MA Song-zeng¹, SHI Ming-Chang¹, YANG Gui-sen², XU Xiao-tao³, YIN Jian²

(1. Key Laboratory of Forest Resources Cultivation and Conservation, Ministry of Education,

Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Soil and Water Conservation Monitoring Centre, Xinjiang

Production and Construction Corps, Urumqi 830002, China; 3. Beijing Datum Technology Co., Ltd., Beijing 100084, China)

Abstract: An analysis of land use spatial change and future trend was carried out for Xinjiang Tarim basin by using remote sensing to obtain time series information of land use, which provided a reference for local land sustainable development decision. Based on remote sensing images from five periods, the land use spatiotemporal change process in past nearly 35 years was analyzed through related index of land use change by using RS and GIS software. The results showed that building land increased rapidly and farmland derived rapidly from the forest land and unused land, the area increased 110.21 km² and 1 843.82 km², respectively. Land use variation speeded before 2006 and slowed down after that, value ranged from 451.44 to -46.17. The slowing development of Tarim basin land gave a positive condition for the fragile ecological environment recovery, but due to the rapid development of economy, ecological environment faced to a new threat. Therefore, in the development and utilization of land at the same time, the local area should follow the way of sustainable development and pay attention to the ecological environmental protection and restoration. The results have practical guiding significance to the study area.

Key words: Tarim Basin; land use; remote sensing; GIS; spatiotemporal change

土地利用是自然基础上的人类活动的直接反映,土地利用具有显著的空间特点和时间特点。通过遥

感获取的时间序列信息,研究区域土地利用变化情况,可为恢复重现土地利用的空间信息和预测未来发

收稿日期:2012-09-14

修回日期:2012-10-17

资助项目:水利部公益性行业科研专项经费项目(200901052)

作者简介:马松增(1984—),女,河南省巩义市人,硕士,主要研究方向为地理信息系统开发与应用。E-mail:greenrainmsz@163.com

通信作者:杨贵森(1956—),男,湖北武汉市人,高级工程师,主要研究方向为水土保持监测。E-mail:btggsy@126.com

展趋势提供基础^[1-2],对于促进区域资源、环境、经济社会的持续发展具有重要的应用价值和典型的科学意义及战略意义。国内学者在土地利用变化的时空演变特征、驱动机制、变化趋势和生态系统服务价值的响应等方面开展了诸多研究,并取得一定成果。其中王秀兰等^[3]、史培军等^[4]对土地利用时空变化模型展开了研究,提出了一系列相关指标;有研究^[5-7]将 RS 和 GIS 方法与土地利用动态研究相结合,研究了基于卫星遥感数据的中国土地利用变化的时间动态特征和空间动态特征。已有研究成果中就时间尺度而言,受遥感影像数据源的限制,大部分研究采用中小尺度时间和空间范围的遥感影像为基础数据,分析研究区域在一段时期内的土地利用变化情况^[8-13]。近 30 a 来,作为农垦区的塔里木盆地,经济社会飞速发展,农垦为屯垦戍边提供了充足的粮食、棉花等农作物,为区域经济的发展和边疆的稳定起到了十分重要的作用。只有通过连续性、动态性的土地利用数据才可以较为全面地反映农垦区的土地利用变化的历史演进情况。深入探讨该区域的土地利用时间与空间的动态变化,可为该区域的土地资源管理与利用、开发保护等提供科学依据。

1 研究区概况

新疆塔里木盆地农垦区,位于新疆维吾尔自治区阿克苏地区境内(地理坐标东经 79°22'33"—81°53'45",北纬 40°20'—41°47'18")。北起天山南麓山地,南至塔克拉玛干沙漠边缘,东临沙雅县,西抵柯坪县,傍依阿克苏河、塔里木河、台兰河、多浪河水系。地跨阿克苏地区五县一市(温宿县、乌什县、阿瓦提县、柯坪县、沙雅县,阿克苏市)。东西相距 221 km,南北相距 180 km,总面积 7 431 km²,总人口 26 万人。研究区属暖温带极端大陆性干旱荒漠气候,垦区雨量稀少,冬季少雪,年均降水量为 40.1~82.5 mm,年均蒸发量 1 876.6~2 558.9 mm,地表蒸发强烈。极端最高气温 35℃,极端最低气温 -28℃。主要土地利用类型为耕地和未利用地,其中耕地总面积 3 744 km²,占 50.4%,农业在该区域经济发展中占有非常大的比重。

2 研究方法

2.1 数据来源及处理

所采用的数据源主要包括:(1) 遥感影像数据。5 期遥感数据分别为 1976 年 9 月 Landsat-MSS 数据,分辨率 30 m;1990 年 7 月 Landsat-TM 数据,分

分辨率 30 m;2000 年 9 月 Landsat-ETM 数据,分辨率 30 m;2006 年 8 月 landsat-ETM 数据,分辨率 30 m;2010 年 6 月 HJ 星数据,分辨率 30 m。(2) 塔里木盆地农垦区地区 1:5 万地形图数据。(3) 研究区域的统计年鉴及相关资料(气象、水文、土壤、社会经济、土地利用等)。(4) 野外实地考察及实景拍摄照片。

借助遥感图像处理软件 ERDAS 与地理信息系统软件 ArcMAP,对遥感影像进行影像配准、几何校正、图像增强等处理。基于预处理后的遥感影像数据,用人工目视判读的方法解译获取各时期的土地利用现状数据,并结合研究区土地利用数据、统计年鉴和野外调查建立解译标志,对解译结果进行验证,得到 5 期土地利用现状。

2.2 土地利用时空变化的指标

采用土地利用动态变化模型,根据土地利用动态度、土地利用程度综合指数及土地利用程度变化等指标,结合转移矩阵方法,定量分析塔里木盆地农垦区土地利用类型动态变化、变化速度和程度。

2.2.1 土地利用动态变化 土地利用动态变化主要体现在面积变化上,利用转移矩阵分析各种土地利用类型的流向,不仅能说明各种土地利用类型之间的转移数量,还能揭示各种类型转换的概率。

2.2.2 土地利用变化的速度 土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化的速度,它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有重要作用^[3]。单一土地利用类型动态度表达的是某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况,其表达式为:

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

式中: K ——土地利用类型动态度; U_a, U_b ——研究期初、期末某种土地利用类型的数量; T ——研究时段长。

2.2.3 土地利用程度的变化 根据人类开发利用土地的程度,王思远^[14]等从生态学角度出发提出了土地利用程度的综合分析方法,将不同的土地利用类型分成未利用土地级、林草水用地级、农业用地级和城镇用地级 4 级,并设定分级指数(表 1)。

为表征该区域的土地利用程度,用土地利用程度指数来表达:

$$L_j = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad (2)$$

式中: L_j ——土地利用程度综合指数; A_i ——第 i 级土地利用程度分级指数; C_i ——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。进而

根据公式(3)计算土地利用的程度变化量,如 ΔL_{b-a} 处于调整期或衰退期。
>0,则表示该区域的土地利用处于发展时期,否则 $\Delta L_{b-a}=L_b-L_a=100\times[\sum_{i=1}^n A_i\times C_b-\sum_{i=1}^n A_i\times C_a]$ (3)

表 1 土地利用程度

类型	未利用地级	林、草、水用地级	农业用地级	城镇用地聚落级
土地利用类型	未利用地	林地、草地、水地	耕地、园地	城镇、居民点
分级指数	1	2	3	4

3 结果与分析

3.1 土地利用动态变化

通过对土地利用面积变化(表 2)进行分析发现,研究区土地利用变化具有如下特点:(1)农用地面积占土地总面积的比重由 27.28% 上升至 53.28%,总面积增加了 1 843.82 km²。农用地面积增加的原因主要是耕地、园地、其他农用地、新垦地面积大量增加。(2)建设用地面积占土地总面积的比重由 2.27% 上升至 3.83%,总面积增加了 110.21 km²。(3)未利用地面积迅速减小,减少面积达 1 949.36

km²,在 2006 年之前面积增加较快,2006 年以后增速变缓。

土地利用变化主要表现为未利用土地向耕地的转化,面积达 1 572.59 km²,其次是未利用土地向新垦地、牧草地向耕地的转化,面积分别达到 207.36, 143.96 km²,另外有少部分流向果园、建设用地和其他农用地。在土地利用流向方面(表 3),建筑用地不存在流向变化;耕地主要流向果园,其次流向建筑用地;林、草、其他土地和未利用土地主要流向耕地,新垦地全部流向耕地;果园、其他农用地和水利设施用地的流向变化不明显。

表 2 研究区不同年份土地利用面积变化对比 km²

土地利用类型	1976—1990	1990—2000	2000—2006	2006—2010	1976—2010
1 农用地	122.73	746.21	875.93	98.96	1843.82
11 耕地	128.65	679.15	517.27	495.41	1820.48
12 园地	12.09	7.15	113.36	—9.13	123.47
13 林地	—50.19	—71.15	—39.01	—2.68	—163.03
14 牧草地	—3.86	—37.08	—122.91	—0.52	—164.37
15 其他农用地	—6.79	18.66	17.70	1.85	31.42
16 新垦地	42.83	149.47	389.52	—385.97	195.85
2 建设用地	31.33	74.63	—8.60	12.84	110.21
25 住宅用地	8.63	44.35	15.35	0.41	68.75
27 水利设施用地	22.70	30.28	—23.95	12.43	41.46
3 未利用地	—154.05	—820.53	—867.64	—107.14	—1949.36
31 未利用土地	—185.21	—801.30	—859.12	—111.57	—1957.19
32 其他土地	31.15	—19.23	—8.52	4.43	7.83

表 3 1976—2010 年土地利用转移矩阵 km²

土地利用类型	新垦地	建设用地	耕地	果园	林地	牧草地	其他农用地	水利设施用地	其他土地	未利用土地
新垦地	0.00	0.00	25.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
建设用地	0.00	15.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
耕地	0.44	53.71	1169.75	69.56	0.00	0.44	10.13	0.00	9.25	0.44
果园	0.00	0.44	4.84	6.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
林地	2.64	0.88	126.79	3.96	45.35	0.44	4.40	14.09	16.73	4.40
牧草地	0.44	1.32	143.96	0.88	0.44	31.70	0.88	13.21	27.74	11.45
其他农用地	4.40	0.00	18.49	0.00	1.32	3.52	48.87	4.40	14.97	34.34
水利设施用地	0.00	0.00	19.37	0.00	0.00	0.44	1.32	115.35	8.36	2.64
其他土地	1.76	0.00	48.87	0.00	0.88	4.84	3.08	7.48	125.47	8.81
未利用土地	207.36	14.97	1572.59	59.87	18.49	18.49	58.99	36.10	63.40	2750.26

3.2 土地利用变化的速度

分析土地利用类型动态度可得出:(1) 2000—2006 年,土地利用变化速度最快,达 451.44%,其次为 1990—2000 年、1976—1990 年,动态度分别为 424.21%,356.00%。变化速度最慢的是 2006—2010 年,动态度为-46.17%。(2) 土地利用变化速

度最快的 3 种类型为园地、新垦地和住宅用地,分别以年均 28.83%,24.23%,12.54%的速率增加。林、草和未利用土地增长速率为负值,呈现出逐年减少的趋势(表 4)。随着人口的增长和经济的发展,农垦区的土地开发和垦荒热潮在土地利用变化速度方面有直观明显的体现。

表 4 研究区土地利用类型动态度 %

土地利用类型	1976—1990	年均	1990—2000	年均	2000—2006	年均	2006—2010	年均	1976—2010	年均
合 计	356.00	25.43	424.21	42.42	451.44	75.24	-46.17	-11.54	2247.2	66.09
耕 地	9.86	0.70	47.38	4.74	24.48	4.08	18.84	4.71	139.52	4.10
园 地	95.97	6.86	28.98	2.90	356.04	59.34	-6.29	-1.57	980.20	28.83
林 地	-21.76	-1.55	-39.42	-3.94	-35.69	-5.95	-3.81	-0.95	-70.68	-2.08
牧草地	-1.70	-0.12	-16.57	-1.66	-65.86	-10.98	-0.81	-0.20	-72.23	-2.12
其他农用地	-5.02	-0.36	14.54	1.45	12.04	2.01	1.12	0.28	23.26	0.68
新垦地	180.12	12.87	224.41	22.44	180.27	30.05	-63.73	-15.93	823.69	24.23
住宅用地	53.54	3.82	179.21	17.92	22.22	3.70	0.49	0.12	426.49	12.54
水利设施用地	15.64	1.12	18.04	1.80	-12.09	-2.01	7.14	1.78	28.56	0.84
未利用土地	-3.78	-0.27	-16.99	-1.70	-21.94	-3.66	-3.65	-0.91	-39.93	-1.17
其他土地	33.13	2.37	-15.36	-1.54	-8.04	-1.34	4.55	1.14	8.33	0.25

3.3 土地利用程度的变化

土地利用程度综合指数和土地利用程度变化量表明:(1) 耕地、其他农用地和建设用地的土地利用程度综合指数和土地利用程度变化量在各研究时段内呈现逐年增大的趋势,始终处于土地利用的快速增长期,其面积将继续增加;(2) 园地和新垦地土地利

用程度综合指数在 2006 年逐年增大,2006 年以后减小,且土地利用程度变化量在 2006 年以后出现负值,表明园地和新垦地已经从发展时期逐步进入衰退期;(3) 林地、草地、未利用地的土地利用程度综合指数呈现逐年减小的趋势,各阶段的土地利用程度变化量均为负值,始终处于衰退期,面积将会进一步减少(表 5)。

表 5 研究区土地利用程度综合指数和土地利用程度变化量

土地利 用类型	土地利用程度综合指数					土地利用程度变化量				
	1976	1990	2000	2006	2010	1976—1990	1990—2000	2000—2006	2006—2010	1976—2010
耕 地	55.20	60.64	89.37	111.3	132.1	5.44	28.73	21.89	20.87	76.93
园 地	0.53	1.04	1.35	6.14	5.75	0.51	0.30	4.80	-0.39	5.22
林 地	6.51	5.09	3.08	1.98	1.91	-1.42	-2.01	-1.10	-0.08	-4.60
牧草地	6.42	6.31	5.26	1.80	1.78	-0.11	-1.05	-3.47	-0.02	-4.64
其他农用	5.72	5.43	6.22	6.97	7.04	-0.29	0.79	0.75	0.07	1.32
新垦地	1.01	2.82	9.14	25.62	9.29	1.81	6.32	16.48	-16.33	8.28
住宅用地	0.91	1.40	3.90	4.76	4.78	0.49	2.50	0.87	0.02	3.87
水利设施	4.09	4.73	5.59	4.91	5.26	0.64	0.85	-0.68	0.35	1.17
未利用地	69.12	66.51	55.20	43.09	41.49	-2.61	-11.30	-12.11	-1.60	-27.63
其他土地	1.33	1.77	1.49	1.37	1.44	0.44	-0.27	-0.12	0.06	0.11

4 结 论

(1) 近 35 a 来,研究区大量增加的农用地主要源自林地和未利用地的开发利用,农用地面积占土地总面积的比重逐年上升,同时城镇建设用地有小幅快速的生长;未利用地显示出开垦和耕地化的趋势。由于近几年受棉花价格持续上涨的影响,部分农场为了经

济发展的需要开始了新一轮的垦荒热潮,农业发展在塔里木盆地农垦区社会经济活动中占较大比重,这一点在农用地的变化数量和速度上都有明显体现。

(2) 研究区域的土地利用变化速度最快的时期为 2000—2006 年,其次为 1990—2000 年、1976—1990 年,变化速度最慢的是 2006—2010 年。土地利用变化速度最快的 3 种类型为园地、新垦地和住宅用

地,分别以年均 28.83%,24.23%,12.54%的速率增加。近几年来农垦区由原来大面积无序开发,步入可持续开发模式。由于该地区的年均蒸发量远远大于年均降水量,且位于塔克拉玛干沙漠边缘,无时不在受到周边沙化土地的威胁和自身土地沙化的危害,而最近几年土地开发模式开始发生转变,开发速度逐渐放缓,为脆弱的生态环境恢复提供了有利条件。

(3) 在空间和程度的变化方面,耕地和建设用地始终处于土地利用的快速增长期,其面积将继续增加;园地和新垦地在 2006 年处于发展时期,2006 年以后进入衰退期;林、草、未利用地始终处于衰退期,面积会进一步减少。反映了塔里木盆地农垦区在经济发展的过程中,对未利用地进行改造和利用,但同时也对林、草植被造成了很大的破坏,对当地脆弱的生态环境构成了新的威胁。在土地开发利用的同时,要坚持可持续发展道路,重视生态环境的保护与恢复。

通过 GIS 技术对干旱区塔里木盆地的土地利用时空变化进行分析,不仅可以防止盲目开发,并且为合理开发土地资源及改善区域的生态环境等提供科学依据。掌握土地利用的动态变化,同时采取相应的治理与保护措施,实现土地资源的合理利用。

参考文献:

[1] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996.

[2] 李秀彬.土地利用变化的解释[J].地理科学进展,2002,21(3):195-202.

[3] 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.

[4] 史培军,宫鹏,李晓兵,等.土地利用/覆被变化研究的方法与实践[M].北京:科学出版社,2000.

[5] 刘纪远,布和敖斯尔.中国土地利用变化现代过程时空特征的研究:基于卫星遥感数据[J].第四纪研究,2000,20(3):229-240.

[6] 廖克,成夕芳,吴健生,等.高分辨率卫星遥感影像在土地利用变化动态监测中的应用[J].测绘科学,2006,31(6):11-15.

[7] 罗格平,周成虎,晨曦.干旱区绿洲土地利用与覆被变化过程[J].地理学报,2003,58(1):63-71.

[8] 杨国清,李月臣,李鹏鲁.基于 RS 和 GIS 的小流域土地利用时空变化分析:以甘肃省天水市罗峪沟流域为例[J].水土保持研究,2009,16(6):194-199.

[9] 渠爱雪,卞正富,朱传耿,等.徐州城区土地利用变化过程与格局[J].地理研究,2009,28(1):97-107.

[10] 薛建春,蔡春.生态脆弱矿区土地利用动态变化研究:以平朔矿区为例[J].水土保持研究,2011,18(6):204-207.

[11] 胡萍,张永福,瓦哈甫·哈力克.阿克苏地区土地利用时空变化特征分析[J].新疆农业科学,2008,45(4):763-768.

[12] 孔次芬,李月臣,简太敏,等.基于 RS 与 GIS 重庆都市区土地利用/覆盖变化过程及预测分析[J].水土保持研究,2012,19(2):205-209.

[13] 邹敏,吴泉源,逢杰武.基于 DEM 的龙口市土地利用空间格局与时空变化研究[J].测绘科学,2007,32(6):173-175.

[14] 王思远,刘纪远,张增祥,等.中国土地利用时空特征分析[J].地理学报,2001,56(6):631-639.



(上接第 176 页)

[4] 王德起,曲福田.我国耕地保护机制研究[J].中国土地科学,1997(1):15-20.

[5] 唐景新,范雪蓉.当前基本农田保护区规划中若干问题之浅见[J].国土经济,1999(1):45-46.

[6] 基本农田保护条例[M].北京:法律出版社,2003.

[7] 程锋,石英,朱德举.耕地入选基本农田决策模型研究[J].地理与地理信息科学,2003,19(3):50-53.

[8] 彭志群,杨承新.基于熵权系数法的产业集群演化能力评价[J].生产力研究,2008(9):119-120.

[9] 赵璐,郑新奇.基于 GIS 和分等成果的县域内农用地定级方法研究[J].水土保持研究,2008,15(4):145-148.

[10] 郑新奇,杨树佳,象伟宁,等.基于农用地分等的基本农田保护空间规划方法研究[J].农业工程学报,2007,23(1):66-71.

[11] 闫宁,郑宏刚.农用地分等在基本农田划分中的应用研究[J].国土与自然资源研究,2009(3):28-30.

[12] 程雄.GIS 技术在基本农田保护工作中的应用[J].国土资源信息化,2002(4):37-39.

[13] 赵恺,惠振江.陕北黄土丘陵沟壑区农村适宜耕作半径研究[J].山西建筑,2008,34(8):14-16.

[14] 董秀茹,尤明英,王秋兵.基于土地评价的基本农田划定方法[J].农业工程学报,2011,27(4):336-339.