

海北高寒草甸生态系统实验站地区的土地覆盖动态变化研究

于龙^{1,2}, 周立¹, 刘伟¹, 周华坤¹ (1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海西宁 810001; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要 利用 1987 和 2001 年 TM 卫星遥感数据, 在 GIS 的支持下对海北站土地覆盖变化进行了监测, 14 年来该区耕地面积增加迅速, 高覆盖天然草地面积减少, 中、低覆盖天然草地面积增加, 湖泊、湿地萎缩, 裸岩、沙地、裸土面积扩张, 荒漠化程度加剧。

关键词 海北站; 土地覆盖; 动态变化

中图分类号 F301.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2007)30-09619-03

Research on the Dynamic Change of Land Cover in Alpine Meadow Ecosystem

YU Long et al (Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai 810001)

Abstract The authors monitored the dynamic changes of land cover in Haibei Research Station of Alpine Meadow Ecosystem with 1987 and 2000 TM datum based on the RS and GIS technology. The results showed that prominent change had taken place in the past 14 years. The land used for urban and rural residence was increasing rapidly, and the grassland was reduced and increasingly changed into unused land. It was also shown that wetland, the forest land and the comprehensive land-using index lws decreasing obviously, indicating that the desertification became stronger.

Key words Haibei Research Station; Land cover; Dynamic change

区域土地利用变化的研究目前已成为“国际地圈生物圈计划”(IGBP)的“全球环境变化的人文因素计划”(IHDP)的重要组成部分^[1-2]。土地利用/土地覆盖变化之所以受到如此关注,主要就是因为它对生态环境产生了强烈的影响。中国科学院海北高寒草甸生态系统实验站(海北站)自 1976 年建站以来,对高寒草甸环境条件下生态系统的结构和功能以及整个系统内的物质循环和能量流动规律进行了系统的研究,但是由于学科本身的局限性,未能对该地区土地利用/土地覆盖的变化速率、变化发生地点和空间范围,以及环境属性对土地利用/土地覆盖变化的影响等进行宏观研究,而遥感技术则是进行土地利用/土地覆盖变化动态监测的重要手段,运用此技术可以快速、及时地掌握土地利用的动态变化。笔者利用遥感和 GIS 技术,对海北站地区 14 年来的土地利用动态变化特征进行了分析。

1 研究区概况

海北站位于青藏高原的东北隅,祁连山东段北支冷龙岭的南坡,大通河河谷的西北部,地处 N37°29'~37°45', E101°12'~101°23',冷龙岭与大坂山耸立于海北站的南北两侧,是世界海拔最高的草甸类型的实验站,山地平均海拔 4 000 m。站区内以滩地和丘陵低山为主,平均海拔 3 200 m。海北站地区主要的土壤类型为高山草甸土、高山灌丛草甸土和沼泽土。土壤特点为发育晚,土层薄,具有 10~15 cm 厚的坚韧的草结皮层, pH 值 7~8;有机质含量高,其总氮、磷和钾的储量较丰富。由于矿化作用弱,营养物质缺乏,特别是有效氮和有效磷的缺乏难以满足植物的生长。高寒草甸和高寒灌丛是海北站地区的主要植被类型。高寒草甸以矮蒿草(*Kobresia humilis*)、高山蒿草(*K. pygmaea*)、藏蒿草(*K. tibetica*)等为主,主要分布于滩地、山地阳坡和湿地。高寒灌丛以金露梅(*Potentilla fruticosa*)为主,主要分布于山地阴坡和地下水位较高的

地段。由于青藏高原气候严寒,植物生长期短,平均为 150 d,植物种类组成较少,有 20~30 种/m²,以北极-高山种类为主。植物低矮,群落结构简单,仅为 1~2 层^[3]。

2 遥感影像解译与技术方法

2.1 遥感数据及预处理 TM 图像的采集日期为 1987 年 9 月 9 日和 2001 年 10 月 9 日,天气状况良好,假彩色合成 TM 卫片的波段组合为:4(红)、3(绿)、2(蓝),卫片比例尺为 1:10 万。以进行几何精校正的 1987 年的 TM 图像对 2001 年的 TM 图像进行影像对影像的几何精校正,采用 3 次多项式及最近邻域插值法,经检验配准误差小于 1 个像元。

2.2 土地覆盖分类体系及解译标志^[4] 分类系统一级分为 8 类(根据土地作用划分),二级分为 17 类(根据土地覆盖的方式和目的划分),三级以不同环境条件下不同盖度的植被分为 5 小类(主要以不同海拔高度植被覆盖和下垫面自然环境特性划分),分类系统共 20 个类型。遥感影像是以地物的光谱特征、几何特征及时相变化来表现地物信息的,解译时必须运用地学相关分析方法,综合影像的色调、亮度、饱和度、形状纹理和结构等特征并结合已有资料和野外工作经验知识判定地物类型。根据对影像的综合分析、比较研究和野外验证,建立该区土地利用类型假彩色合成 TM 影像的解译标志。

2.3 遥感影像的人机交互解译提取土地覆盖图的编制 由于课题相关研究人员对海北站地区自然条件、土地利用状况、农业及社会经济发展情况十分熟悉,因此采用人机交互解译的方法^[5-6],根据 TM 影像特征,结合野外实地考察结果,选择影像的色调、形状、纹理和相对分布位置建立目视解译标志。解译时借助地形图、土壤图和文字调查报告等相关辅助资料,运用地学相关分析法综合判断。利用 Arcview 软件形成两期土地利用现状图和相应的土地利用现状属性数据库,通过 Arc/Info 软件的空间叠置分析获得土地利用的动态变化信息,基本流程见图 1^[7]。解译精度经野外系统抽样验证约为 93.3%。

由此建成的数据库的优点在于不仅有图形库,还有与之相应配准的影像库。可以在同一标准、同一体系下作动态分析,避免传统方式下不同期数据库间标准和体系不同引起的

基金项目 国家“十五”科技攻关项目(2001BA606A-02);中国科学院西北高原生物研究所知识创新工程领域前沿项目;中国科学院“西部之光”人才培养计划项目(cjc050175);青海省 2005 年重点科技攻关项目(2005-1v117)。

作者简介 于龙(1978-),男,山东泰安人,博士研究生,研究方向:系统生态学。

收稿日期 2007-06-01

误差,使动态分析的精度、可比性和可信度大为提高^[5]。

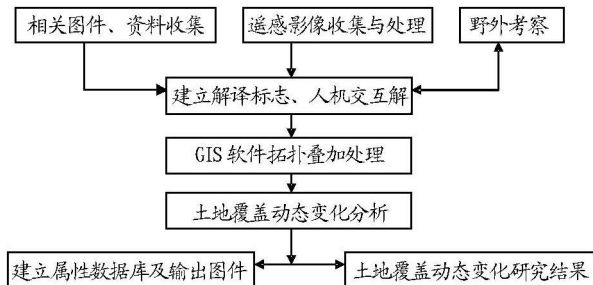


图1 土地利用变化动态监测流程

3 结果与分析

3.1 土地覆盖变化

土地覆盖类型的总量变化,可反映区域土地覆盖变化总的态势和土地覆盖结构的变化。对海北站1987和2001年两期土地利用图形属性数据库分别进行统计,结果见表1和图2。统计结果显示,土地覆盖有以下变化:14年间海北站耕地面积显著增加,共增加了505.62 hm²,耕地增加的部分主要为旱地,占总增加量的93.77%;林地总面积虽然增加了10.94%,但是有林地面积却减少了13.75%,而灌丛面积增加了313.11 hm²,增长率为22.23%;草地面积减少了800.10 hm²,减少率为2.26%,高、中覆盖改良草地及人工草地面积都有所增加,但是增量却很小,天然草地面积减少了1 119.60 hm²,其中高覆盖天然草地面积减少了4 204.890 hm²,减少率为28.74%,中、低覆盖天然草地面积分别增加了843.38和2 241.9 hm²,增加率分别为8.29%和31.37%;农村居民地面积增加了17.91 hm²,总量只占该区的0.08%,但是增长速度却为92.56%;湿地面积减少了1 163.43 hm²,减少率为36.33%,其中典型沼泽草甸面积减少了1 147.05 hm²,减少率为40.55%,高寒泥炭沼泽的面积也减少了4.43%;水域面积减少了2.14%,但湖泊面积却减少了47.06%;荒漠类土地的面积均明显增加,裸岩、沙地的面积更是成倍增长;冰川及永久性冻土的面积15年间减少了45.45%。

表1 1987和2001年海北站土地覆盖类型面积变化

土地类型	1987年面积 hm ²	2001年面积 hm ²	面积变化 hm ²	动态度 %
111	993.51	1 025.01	31.50	0.23
112	521.82	995.94	474.12	6.49
221	639.27	551.34	- 87.93	- 0.98
222	1 417.32	1 730.43	313.11	1.58
311	1 880.82	2 034.27	153.45	0.58
312	760.77	836.01	75.24	0.71
321	928.62	1 019.43	90.81	0.70
331	14 596.02	10 391.13	- 4 204.89	- 2.06
332	10 219.86	11 063.25	843.39	0.59
333	7 037.73	9 279.63	2 241.9	2.28
441	19.35	37.26	17.91	6.61
551	2 832.84	1 685.79	- 1 147.05	- 2.89
552	369.45	353.07	- 16.38	- 0.32
661	1 151.19	1 156.05	4.86	0.03
662	65.79	34.83	- 30.96	- 3.36
771	1 310.22	1 867.86	557.64	3.04
772	1 005.75	2 141.91	1 136.16	8.07
773	572.40	686.61	114.21	1.43
774	168.03	348.66	180.63	7.68
881	1 652.04	899.82	- 752.22	- 3.25

3.2 土地覆盖变化的速度 土地覆盖动态度(变化率)可定量地描述土地利用的变化速度,对比较区域土地利用变化类

型差异和预测未来土地利用变化趋势有积极的作用,属性表达式为:

$$S = (U_b - U_a) U_a^{-1} T^{-1} \times 100\%$$

式中, S 为 T 时段某种土地覆盖类型的动态度, U_b 和 U_a 分别为研究期末和期初某种土地覆盖类型的数量。监测结果表明,从一级分类来看,14年间海北站土地覆盖格局没有大的变化(图2),人居用地和农业用地等代表人类对土地利用深度和广度的类型面积分别增长了92.56%和33.37%,而对高寒生态系统起重要调节作用的湿地和冰川分别减少了36.33%和45.53%,荒漠面积增长了65.06%,显示出土地荒漠化程度加剧。

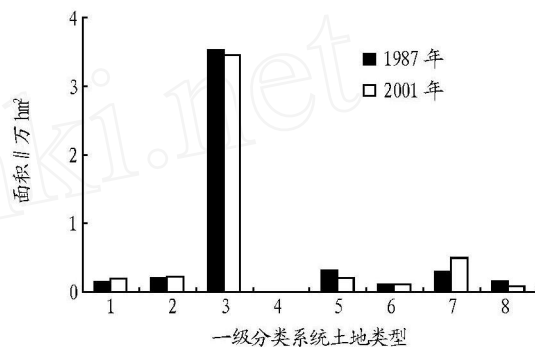


图2 海北站土地覆盖一级分类类型两期面积变化

具体到二、三级类型的动态对比,则各个土地覆盖类型间无论是幅度还是速度上都存在显著性差异(表1)。高覆盖草地和典型沼泽草甸面积减少,年平均减少率分别为2.06%和2.89%,反映草场质量下降;裸土、裸岩和沙地面积则大量增加,年平均增加率分别为3.04%、8.07%和7.68%,反映了该区土地荒漠化程度的加剧;居民地和旱地的年增加率分别为6.61%和6.49%,反映了随着该区人口的增加,对旱地的开垦也迅速增加。

3.3 土地覆盖类型的空间变化 将两个年份的各土地利用类型的面积对比并作适当变换,可得到这两个年份之间的土地覆盖变化动态转移矩阵,它可以显示从某一年到另一年之间某一土地利用类型的动态变化,即有多少(面积)仍然保持为该类型不变,有多少转化到其他类型以及转化到其他各类型的面积为多少。对1987~2001年该地区各类土地覆盖转换矩阵分析,从中可以看出14年间土地覆盖类型的空间变化特征为:

(1) 耕地明显增加。旱地增加迅速,14年来增加了90.86%;由高覆盖改良草地的9.76%,人工草地的15.82%,高、中盖度高寒草甸的15.27%转化而来;但水浇地无明显变化。

(2) 乔木林地减少13.75%,大部分转化成高寒灌丛、高寒草甸;高寒灌丛的面积增加了22.23%,大部分来自于高、中盖度高寒草甸的转化。

(3) 高、中覆盖改良草地的面积有所增加,但相对较少,14年间各自增加了7.86%、9.76%;其中有20.12%、20.81%的高覆盖的高寒草甸转化为高、中覆盖改良草地。人工草地的面积增加了10.56%,主要来自于对高覆盖天然草地的改造。天然草地的变化趋势呈现为:高覆盖天然草地减少28.74%,主要转化为中覆盖草地、沙地和高寒灌丛;中覆盖天

然草地面积增加了 8.29%；低覆盖天然草地面积增加迅速，增加了 31.77%，其中大部分由高、中覆盖的天然草地转化而来。因此，该地区的天然草地表现出退化的趋势。

(4) 居民地虽然增加迅速，但是总占有量依然很低，只增加了 0.04%。

(5) 湿地面积明显减少，尤其是典型沼泽草甸的面积减少了 40.55%，大部分转化为中、低覆盖的天然草地，一部分转化为高寒灌丛。高寒泥炭沼泽的面积减少了 4.43%，主要转化为低覆盖的天然草地，一部分转化为高覆盖天然草地。

(6) 水体面积减少迅速。河流面积变化不大，但是湖泊面积却减少了 47.06%，说明该地区的蒸散量很大。

(7) 荒漠面积增加非常显著。裸土、裸岩、滩地、沙地的面积分别增加了 42.30%、112.85%、20.86%、107.50%，其中裸土大部分来自高、低覆盖度天然草地及一部分中覆盖度天然草地的转化，32.82%的裸岩来自消融的冰雪层，13.61%的裸岩来自退化后的低覆盖天然草地，滩地的增加大部分是由于河流水量减少造成，沙地的增加其中有 43.60%来自高覆盖天然草地，表明人们对高覆盖天然草地的过度放牧和不合理利用，使其退化更为严重。

(8) 冰川及永久性积雪的面积减少了 45.45%，说明全球气候变暖使雪线的上限升高。

3.4 土地覆盖空间景观特征变化 1987~2001 年间海北站土地覆盖景观特征未发生大的变化，整体景观的图斑数由 704 减少到 670，图斑密度由 0.014 6 减少为 0.013 9，平均图斑面积由 68.38 hm² 增加到 71.84 hm²，表现出整体景观均匀化。按 Shannon-Weaver 公式计算的景观多样性指数由 1987 年的 0.14 下降为 2001 年的 0.13，景观优势度则由 1.16 上升到 1.17，景观破碎度指数由 0.015 下降为 0.014，总体上反映了海北站近年来土地覆盖景观异质程度下降，景观类型有向单一化和非均衡化方向发展的趋势^[10-12]。高覆盖天然草地的破碎度指数升高，增加率为 36.96%，说明高覆盖天然草地由于放牧、气候暖干化等造成土地退化，使其破碎度增加，高寒泥炭沼泽草甸也存在类似的趋势；中、低覆盖天然草地的破碎度指数均有所下降，下降率分别为 10.00% 和 40.50%，斑块平均面积分别增加了 11.00% 和 67.15%，说明随着草地的退化，中、低覆盖天然草地斑块的连通性增加，斑块平均面积增大，居民地也同样呈现出高度聚集的趋势。此外荒漠化土

地(裸岩、裸土、滩地、沙地)斑块的平均面积均有不同程度的增加，破碎度指数下降，反映该地区荒漠化现象日趋严重。

4 结语

笔者利用 Landsat TM 影像作为信息源获取了海北站土地覆盖专题数据，在地理信息系统空间技术支持下建立了本底数据库，包括图形数据库和属性数据库。通过研究得到以下结论：

(1) 卫星遥感信息是土地利用/覆盖本底调查的重要信息源，分类系统的确定应考虑地域的特点和遥感信息的可判性。根据遥感信息提取过程中的实验，认为人机交互解译仍然是土地利用信息提取的适宜方法。

(2) 通过此次调查，基本摸清了海北站土地覆盖本底状况和分布规律：高、中、低覆盖天然草地和荒漠化土地是该研究区的主要类别，它们的面积占到 82.41%，说明该地区以草地和荒漠为主要景观。人居用地和农业用地等代表人类对土地利用深度和广度的类型面积分别增长了 92.56% 和 33.37%，而对高寒生态系统起重要调节作用的湿地和冰川分别减少了 36.33% 和 45.53%，荒漠面积增长了 65.06%，显示出土地荒漠化程度加剧。

参考文献

- [1] TURNER II BL, SKOLE D, SANDERSON S. Land use and land cover change: Science/ research plan: IGBP report, No. 35, HDP Report No. 7[R]. Geneva: Stockholm, 1995.
- [2] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 553-558.
- [3] 中国科学院海北高寒草甸生态系统实验站. 淮北站简介[EB/OL]. [2007-05-04]. <http://www.haibei.org/haibei/intro.htm>.
- [4] 王建华, 王建, 王丽红, 等. 江河源区生态环境类型 TM 影像解译标志的建立[J]. 水土保持通报, 2002, 22(4): 40-43.
- [5] 颜长珍, 吴炳方. 晋陕蒙接壤区林草覆盖变化的遥感分析[J]. 地理科学, 2004, 24(4): 465-470.
- [6] 王涛, 阎守崑, 王世新. 遥感图像人机交互判读系统的关键技术[J]. 中国科学院研究生院学报, 1999, 16(2): 162-168.
- [7] 王辉, 董元华, 李德成, 等. 基于遥感和 GIS 技术的苏州市土地利用动态变化研究[J]. 土壤, 2004, 36(4): 420-423.
- [8] 潘竟虎, 王建, 刘菊玲. GIS 支持下的江河源区土地覆盖遥感监测[J]. 国土与自然资源研究, 2004(2): 35-37.
- [9] 陈浮, 陈刚, 包浩生, 等. 城市边缘区土地利用变化及人驱动动力机制研究[J]. 自然资源学报, 2001, 16(3): 204-210.
- [10] 李朝生, 梁存柱, 王炜, 等. 内蒙古乌拉盖地区景观破碎化与土地利用对策的研究[J]. 干旱区资源与环境, 1999, 13(1): 65-72.
- [11] 李忠锋, 王一谋, 冯毓荪, 等. 榆林市农业景观格局变化研究[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 553-557.
- [12] 郭明, 马明国, 肖笃宁, 等. 基于遥感和 GIS 的干旱区绿洲景观破碎化分析——以金塔绿洲为例[J]. 中国沙漠, 2004, 24(2): 201-206.

(上接第 9567 页)

苦参总碱是苦参的次生物质，在自然界状态下，涉及到复杂的生物化学反应，而愈伤组织培养所使用的条件与自然界相差很大，影响了苦参总碱的合成。如何提高愈伤组织中苦参总碱的含量是实现苦参细胞大规模培养的关键。

参考文献

- [1] 刘梦林, 睢鑫, 崔红, 等. 地黄愈伤组织诱导条件的研究[J]. 安徽农业

科学, 2006, 34(21): 5542-5543.

- [2] 郭吉刚, 关扎根. 苦参生物学特性及栽培技术研究[J]. 山西中医学院学报, 2005, 6(2): 45-47.
- [3] 郭吉刚, 关扎根, 王瑞珍, 等. 苦参不同器官中苦参总碱含量的分析研究[J]. 山西医科大学学报, 2005, 36(4): 459-460.
- [4] 国家药典委员会. 《中华人民共和国药典》第一部[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 141.
- [5] 艾勇. 提高植物组织培养效率的几点认识[J]. 种子, 2005, 24(8): 93-95.