水保监测与应用技术

基于 IRS-P6 遥感影像的高原区土地利用动态变化监测

张 兵[1], 秦元萍[2], 韦 锐[1], 赵 晴[1]

(1. 石家庄学院 资源与环境科学学院, 河北 石家庄 050035; 2. 北京通拓工程科技有限公司, 北京 100044)

摘 要: [目的] 对青海省天峻县重点区域 2005—2014 年的土地利用变化情况进行监测,为生态环境保护和土地利用政策制定提供依据。[方法] 利用 2005—2014 两期 IRS-P6 卫星影像数据,研究了针对该区域土地利用变化遥感监测的技术方法和操作流程。实践表明,该方法用于对土地利用变化的监测与制图能够有效地提高土地利用信息提取的精度和效率。[结果] 2009 年,土地利用仍以草地为主,虽比 2005 年略微减少,但基本保持平衡;内陆滩涂和未利用地总面积则略微增加,面积占比最小的依然是建设用地,虽然年均增长速度较快,但占比仅为 0.29%。从年均变化上看,10 a 间,水域面积减少近 66.2%,年均减少速度达到了 6.62%;建设用地增长过快,10 a 间增长了 59.98%,年均增长达到了 6.00%。[结论] 当地经济在这 10 a 间有了较快的发展,城镇化水平得到一定程度的提高,但占总面积比例不足。监测区土地利用总体变化不大,年均变化率仅为 0.13%。

关键词: IRS-P6 卫星; 高原地区; 土地利用; 遥感监测; 青海省天峻县

文献标识码: B **文章编号**: 1000-288X(2017)01-0118-05 **中图分类号**: TP79

文献参数: 张兵, 秦元萍, 韦锐, 等. 基于 IRS-P6 遥感影像的高原区土地利用动态变化监测[J]. 水土保持通报, 2017, 37(1): 118-122. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.01.021; Zhang Bing, Qin Yuanping, Wei Rui, et al. Land-use dynamic changes in plateau area based on image of IRS-P6 satellite[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(1): 118-122. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.01.021

Land-use Dynamic Changes in Plateau Area Based on Image of IRS-P6 Satellite

ZHANG Bing[1], QIN Yuanping[2], WEI Rui[1], ZHAO Qing[1]

(1. *School of Resource and Environmental Science, Shijiazhuang University, Shijiazhuang, Hebei* 050035, *China*; 2. *Beijing Topstone Engineering Technology Co., Ltd, Beijing* 100044, *China*)

Abstract: [Objective] The land-use change during 2005—2014 was monitored in order to provide the scientific data for the policy making and ecological environment protection in Tianjun County of Qinghai Province. [Methods] Based on the IRS-P6 satellite image of 2005 and 2014, the technical methods and operation process of remote sensing monitoring for the land-use change in the key region of Tianjun county was studied. [Results] In 2009, the dominated land-use type was grass, which was slightly less than that in 2005. The area of mud flat and unused land was slightly increased. The area of the construction land was still smallest because the area proportion was only as low as 0.29%, although its annual growth rate was increasing rapidly. Regarding to the annual changes, the water area decreased by almost 66.2% in the past ten years and the annual decreasing rate was 6.62%. The area of construction land increased fast and reached 59.98% in the past 10 years and the annual increasing rate was 6.00%. [Conclusion] Local economy has developed fast during 2005—2014, and the urbanization level has been improved greatly. However, regarding to the total area proportion of construction land, the change of land-use in the monitoring area is little and the annual change rate is only 0.13%.

Keywords: **IRS-P6 satellite; plateau area; land-use; remote sensing monitoring; Tianjun County of Qinghai Province**

收稿日期: 2015-11-03 **修回日期**: 2015-12-18

资助项目: 河北省科技计划项目"山区土地利用变化的生态地学要素和生态系统服务功能研究"(2237126D-3); 河北省自然科学资助项目"生态功能区风险识别与综合评价研究"(D2010001952)

第一作者: 张兵(1979—),男(汉族),河南省潢川县人,博士研究生,副教授,注册测绘师,主要从事"3S"技术集成应用、土地资源开发利用等研究。E-mail: zhbing1020@126.com。

土地利用是指人类在生产活动中为了达到一定的经济效益和社会效益对土地自然属性的使用方式,是为了获得物质产品和某种服务的经济活动。随着社会经济的快速发展以及人口的过度增长,为了获取更大的经济效益,满足人们日益增长的物质生活需求,人类对土地资源的利用已经逐渐超过了大自然所能承受的程度,由此带来了一系列严重的社会问题,如:生态失衡,环境污染加剧,资源枯竭等[1]。因此,为了加强对土地资源的有效管理,必须要加强对土地利用现状的调查和土地利用变化趋势的研究,为合理利用土地、控制非法用地,保护生态环境提供科学的基础数据。遥感技术应用于土地利用变化监测由来已久,之前,人们利用 80 m 空间分辨率的美国 MSS 遥感影像数据以及 30 m 空间分辨率的 Landsat TM,ETM 遥感影像数据在大区域、大尺度范围内对土地利用现状及其变化的监测已取得了很多的研究成果[2-4],随着遥感技术的快速发展以及影像分辨率的大幅提高,利用遥感技术对土地利用现状及其变化的监测已经逐渐延伸到了小范围、小尺度领域,已经由国家、省级区域范围扩展到市级,县级行政区范围[5-7]。姜庆虎等[8],利用 1995,2006 年 2 期 TM 遥感影像,采用 RS 和 GIS 技术手段,对青海刚察县的土地利用/覆被情况进行了提取,利用指数模型、转化倾向模型以及转移矩阵模型方法探讨了刚察县土地利用变化的时空变化,对其驱动力进行了探讨。但是,利用近 5 m 分辨率的 IRS-P6 遥感影像对高原地区进行土地利用动态变化监测、制作1∶50 000比例尺土地利用图的研究还相对较少。本文拟以 GIS 和 RS 技术为基础,以 IRS-P6 卫星遥感影像为主要数据,结合项目区已有的地形图,地貌图等矢量数据成果,研究利用多源数据提取土地利用信息、制作 1∶50 000 土地利用图的方法,对天峻县重点区域近 10 a 来的土地利用变化情况进行监测和分析,为当地进行科学的土地资源管理和利用提供参考。

1　数据来源与研究方法

1.1　研究区概况

天峻县隶属于青海省海西蒙古族藏族自治州,位于柴达木盆地东缘,青海湖西北部,总面积为 2.57×10^4 km^2,总人口约 5 万人,天峻县最高海拔 5 826.8 m,最低海拔 2 850 m,相对高差近 3 000 m。天峻县是海西州唯一的牧业县,煤炭和畜牧业是其主要产业。该区土地利用类型以是草地为主,草地主要包括天然草地和人工牧草地,多年来草地面积占整个土地利用总面积的比例一直维持在 87%左右的水平,其次,该区域的土地利用类型主要是内陆滩涂和未利用地,其他土地类型占总面积的比例非常小。监测区范围控制点经纬度坐标见表 1。

表 1　研究区范围控制点经纬度

控制点名	经度	纬度	控制点名	经度	纬度
A	98°32′11″	37°29′46″	B	99°53′42″	37°27′24″
C	99°27′42″	37°26′40″	D	99°28′17″	37°22′46″
E	98°56′19″	37°21′35″	F	98°30′43″	37°24′02″

研究区介于 98°30′—99°53′E, 37°21′—37°29′N,总面积约 1 700 km^2,涉及到的 1∶50 000 标准分幅的地形图有天峻县(J47 E017013)、哈德木(J47 E016013)、陶特克(J47 E015012)等 12 幅。

1.2　数据源与数据处理

1.2.1　*遥感数据及其处理*　研究采用的遥感数据是印度 IRS-P6 卫星的 LISS-4 传感器于 2005 年 10 月和 2014 年 10 月获取的遥感影像,该影像由青海省环境地质勘查局提供,同时利用其提供的 1∶50 000 地形图对影像进行投影几何精校正。IRS-P6 卫星是印度在 2003 年 10 月发射的"资源卫星一号"遥感卫星,该卫星携带 3 个传感器:多光谱传感器 LISS-3,LISS-4 以及高级广角传感器 AWIFS。LISS-4 传感器可获取多光谱(MX)和全色(MN)影像数据。LISS-4 传感器的波段频谱有绿,红,近红外 3 种,MX 数据幅宽为 23.9 km,对应于地面±398 km 的范围,并可得到立体像对;MN 模式下,其空间分辨率为 5.8 m,该卫星的重访周期为 5 d。

为了使影像数据能更好的应用于土地利用变化监测,使用前,对影像数据进行了一系列的处理,目的是为了增强影像的对比度、消除影像在采集过程中由于地形起伏、地球曲率和大气折光等影响而引起的畸变、偏移误差[9-10]等,以提高影像质量。影像处理主要基于 ENVI 软件,主要包括:几何较正、影像融合与增强、投影变换、影像镶嵌与裁剪等[11-14]。

1.2.2　*矢量数据及其处理*　矢量数据主要包括工作区 1∶50 000,1∶100 000 矢量地形图和一些土壤、植被分布图等辅助资料,由于工作区面积较大,涉及到 12 幅标准分幅的 1∶50 000 地形图,因此,为了便于进行土地利用变化的信息提取,首先需要将矢量格式的地形图进行拼接,对接边存在的问题进行修改,保证拼接后地形图的完整性和统一性。由于区域内海拔高,1∶50 000 地形图的等高线过于稠密,为使图面简洁,使用方便,对地形图进行抽稀处理,主要是加

大等高距，删除多余等高线。

1.3 研究方法

土地利用变化的监测方法很多，本文选择以MapGIS软件为技术平台，将处理之后的遥感影像和拼接后地形图分别导入MapGIS平台，将二者进行叠加，再对主要土地利用类型进行分类，分别建立解译标志，然后结合遥感影像、地形图和其他参考资料，逐一对土地利用类型进行信息提取，最后，对存在疑似问题的信息进行实地验证，并根据验证结果修正信息，制作1∶50 000土地利用图，并对2005和2014年的土地利用变化情况进行统计和分析。具体如图1所示。

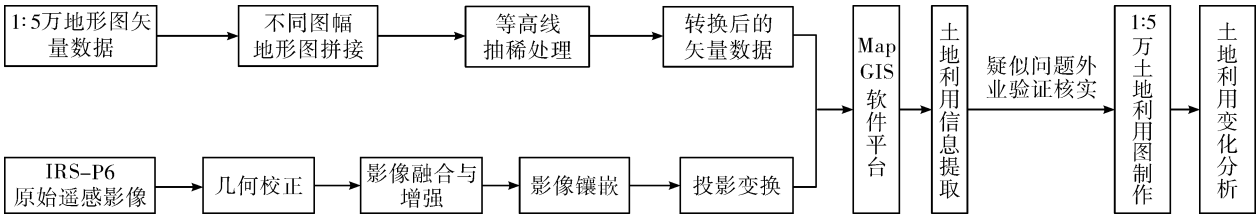


图1 土地利用变化监测技术路线

1.4 土地利用变化监测流程

根据监测区实际情况，以土地利用现状分类标准(GB/T 21 010—2007)[15]为依据，将研究区主要土地利用类型分为草地、建设用地、水域、内陆滩涂和未利用地5个大类，然后对每个类别建立解译标志[16-18]，解译标志(表2)是直接反映判别地物信息的影像特征，它对于判断地物的性质、类型等具有重要的指导作用，是提取目标地物信息的主要依据，因此，客观的合理解译标志能够明显的提高目标地物信息提取的精度和效率。在解译标志的建立过程中，一是需要参考同地区已有的遥感解译成果，二是在标志建立之后需要到实地进行抽查验证。

表2 土地利用类型遥感解译标志特征

土地利用类型	解译标志特征
草 地	墨绿色、绿色；影像颜色变化不大，区域内分布较广。
水 域	浅绿色、乳白色；条带状、宽窄不一，时有交错，位于地势低洼处，横穿整个研究区。
未利用土地	白色、土黄色、绿色夹杂，颜色较亮，不规则面状；位于农田旁边、城市外缘，大面积分布。
建设用地	亮色、红色、砖灰色、黑色等多种颜色夹杂；局部规则块状，外围边界不规则，地势平坦，交通便利。
内陆滩涂	暗紫色；不规则块状；位于河流沿岸及分支中间，分布广泛。

解译标志建立好之后，根据影像特征，可对监测区的土地利用变化情况进行信息提取与制图，结合1∶50 000地形图，分层勾绘影像上每一种土地类型，为了面积统计方便，将每种土地利用类型的线文件转换为面文件，并按照规范规定的分类颜色标准填充颜色，信息提取完成后，将解译初步成果打印出图，对存在疑似问题的土地类型要到实地进行验证、核查，同时对成果进行抽查检验，并根据核查和检查的结果对土地利用图进行修改。

2 监测结果及分析

2.1 监测结果

依据2005年10月和2014年10月监测区两期的遥感影像数据，按照上述方法，分别制作了2005年和2014年监测区土地利用变化图，通过对2幅图的土地利用情况进行统计分析，得到了研究区近2005—2014年的土地利用变化情况。土地利用图制作完成后，利用MapGIS软件的统计功能对每一个土地利用区进行面积统计，并根据工作底图的比例尺对每个统计面积进行转换，将其转换为面积常用单位。表3是2005与2014年监测区土地利用变化对比表。

2.2 监测结果分析

2.2.1 *土地利用面积变化分析* 为了能够对未来土地利用的变化趋势进行预测，分别对单一土地类型动态度(K_S)和土地利用综合动态度(L_C)进行了计算[19]。表3中K_S一列反映的是监测时间段内各土地利用类型面积年均变化量，用式(1)计算；L_C一列表示的是该区2005—2014来的土地利用综合动态度，用式(2)计算。

$$K_S = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \tag{1}$$

式中：K_S——单一土地利用类型动态度；U_a，U_b——某一时间段开始时和结束时的土地利用类型的面积；T——某一时间段的长度(a)。

表 3　2005 与 2014 年土地利用变化对比

类 型	2005 年土地利用		2014 年土地利用		土地利用面积变化/hm²	K_S	L_C
	面积/hm²	比例/%	面积/hm²	比例/%			
草 地	145 969.448	87.45	145 688.503	87.28	−280.945	−0.02	0.13
建设用地	301.475	0.18	482.308	0.29	180.832 5	6.00	
水 域	2 872.315	1.72	970.193	0.58	−1 902.122 5	−6.62	
内陆滩涂	8 943.515	5.36	10 700.723	6.41	1 757.207 5	1.97	
未利用地	8 838.028	5.29	9 083.050	5.44	245.022 5	0.28	
总面积	166 924.778	100.00	166 924.778	100	0	0	

$$L_C = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta L_u^{i-j}}{2\sum_{i=1}^{n} L_u^i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \qquad (2)$$

式中:L_C ——土地利用类型综合动态度;L_u^i ——某一时间段开始时第 i 类土地利用类型的面积(hm²);ΔL_u^{i-j} ——某一时间段类第 i 类土地利用类型转为其他土地利用类型的面积(取绝对值);T——某一时间段的长度(a)。

从表 3 可知,2005 年该区域土地利用类型主要是草地,占总面积的 87.45%,其次是内陆滩涂和未利用地,分别占总面积的 5.36,5.29%,建设用地占地最小,仅为 0.18%;2009 年,土地利用仍以草地为主,占比 87.28%,比 2005 年略微减少,内陆滩涂和未利用地总面积还是位居第 2 和第 3 位,分别为 6.41%和 5.44%,比 2005 年略微增加,占地面积最小的依然是建设用地,虽然年均增长速度较快,但占总面积的比例还是很小,为 0.29%。

从年均变化上看,10 a 间,水域面积减少近 66.2%,年均减少速度达到了 6.62%,说明了由于人类生活、农牧业生产对河流水资源的不当利用,使当地河流区域的生态环境破坏比较严重。建设用地增长过快,10 a 间增长了 59.98%,年均增长达到了 6.00%,这从侧面反映了当地经济在这 10 a 间有了较快的发展,城镇化水平得到一定程度的提高,但从总面积占比看,还有待提高。草地的年均变化很小,基本保持平衡。从综合动态度来看,10 a 间,监测区土地利用总体变化不大,年均变化率仅为 0.13%。

2.2.2　土地利用空间变化分析　通过土地利用转移矩阵可以定量的研究土地利用类型的转化方向,从而更直观的分析土地利用变化的时空演变过程[20-22]。表 4 列出了研究区 2005—2014 年土地利用类型面积转化过程,表 5 则为土地利用类型转移概率矩阵。

表 4　2005 与 2014 年研究区土地利用类型面积转移矩阵　　hm²

项 目		2014 年					合 计
		草 地	建设用地	水域	内陆滩涂	未利用地	
2005 年	草 地	145 336.748	145.599	167.795	294.161	25.146	145 969.448
	建设用地	8.264	277.887	0.000	0.000	15.324	301.475
	水 域	219.882	0.000	530.961	1 736.377	385.095	2 872.315
	内陆滩涂	65.285	0.000	269.295	8 576.794	32.142	8 943.515
	未利用地	58.324	58.822	2.142	93.392	8 625.343	8 838.023
合 计		145 688.503	482.308	970.193	10 700.723	9 083.050	166 924.776

表 5　2005 与 2014 年研究区土地利用类型概率转移矩阵　　%

项 目		2014 年				
		草 地	建设用地	水 域	内陆滩涂	未利用地
2005 年	草 地	99.567	0.100	0.115	0.202	0.017
	建设用地	2.741	92.176	0.000	0.000	5.083
	水 域	7.655	0.000	18.485	60.452	13.407
	内陆滩涂	0.730	0.000	3.011	95.900	0.359
	未利用地	0.660	0.666	0.024	1.057	97.594

由表 4—5 可知，研究区各土地类型保持不变的概率最大为草地，为 99.567%，说明了草地面积在 10 a 间基本处于平衡状态，最小的为水域，为 18.458%，这进一步说明了，10 a 间水域面积变化迅速，随着人们对河流资源的不当利用，导致河水流量减少，从而使得原来水域部分转化为内陆滩涂、草地和未利用地，转化概率分别为 60.452%，7.655%和 13.407%。从表 5 中还可知，虽然建设用地保持不变的概率为 92.176%，但是相对于除水域之外的土地利用类型而言，变化则是最大的。

3 结 论

(1) 将 IRS-P6 卫星全色影像和多光谱影像融合处理后，其影像精度能够满足 1∶50 000 土地利用图的制作要求，并且，利用 GIS 平台将多源数据进行统一，能够充分发挥各种数据的优势，提高信息提取与制图的精度和效率。

(2) 通过多年来研究区水域和建设用地面积变化情况及变化趋势的分析可知：① 当地人们对河流水资源的不当利用，已经给河流水资源造成了很大破坏，对区域生态环境带来了很大的风险；② 多年来当地城镇化水平和基础设施建设虽然得到了较快的发展，但从其所占总面积的比例来看，还远远不够。

(3) 通过对土地利用类型面积转移矩阵和概率转移矩阵分析可知，除水域外，其他土地利用类型保持不变的概率都维持在 90%以上，尤其是草地，其不变的概率为 99.57%，这说明了当地土地利用类型 2005—2014 年间总体变化不大，基本处于相对平衡状态，可以预测，未来 10 a 除水域外，其他土地利用类型总体变化依然不会太大。

[参 考 文 献]

[1] 祁元，王一谋，王建华，等. 宁夏土地利用时空变化及其驱动机制[J]. 冰川冻土，2005，27(6)：899-906.

[2] 史培军，宫鹏，李小兵，等. 土地利用/土地覆盖变化的方法与实践[M]. 北京：科学出版社，2010.

[3] 杨静，庄家尧，张金池. 基于 RS 和 GIS 的徐州市 20 a 间土地利用变化研究[J]. 南京林业大学学报：自然科学版，2014，37(2)：58-91.

[4] Li Renqiang, Dong Ming, Cui Jianyong, et al. Quantification of the impact of land-use changes on ecosystem services: A case study in Pingbian County, China[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2007, 128: 503-510.

[5] 朱有法. 基于遥感和 GIS 的县域土地利用变化动态监测研究：以河北省沽源县为例[D]. 重庆：西南大学，2008.

[6] 刘培，杜培军，赵卫常，等. 基于多时相遥感影像分析的城市土地利用/覆盖变化与热环境演变：以徐州市为例[J]. 水土保持通报，2009，29(1)：47-50.

[7] 田英杰. 基于遥感方法的克拉玛依乌尔禾区土地利用变化动态监测研究[D]. 乌鲁木齐：新疆农业大学，2012.

[8] 姜庆虎，刘艳芳，刘茜，等. 基于遥感与 GIS 的青海省刚察县土地利用时空变化研究[J]. 国土资源科技管理，2013，30(3)：56-62.

[9] 张周威，韩杰，余涛，等. 环境卫星影像预处理顺序研究[J]. 武汉大学学报：信息科学版，2014，38(12)：1456-1459.

[10] 刘朝霞，安居白，邵峰，等. 航空遥感图像配准技术[M]. 北京：科学出版社，2014.

[11] 李小娟，刘晓萌，胡德勇，等编译. ENVI 遥感影像处理教程[M]. 北京：中国环境科学出版社，2007.

[12] 张兵，崔希民，赵彦博，等. 基于 High-1 卫星影像的土地整治遥感监测方法研究与实践[J]. 农业工程学报，2015，31(20)：225-233.

[13] 张兵，崔希民，韦锐，等. 基于 RS 与 GIS 多源数据融合的高原区地质调查研究[J]. 煤炭工程，2016，48(3)：99-102.

[14] 张兵，崔希民，韦锐，等. 基于 IRS-P6 卫星影像的高原地貌分类与信息提取[J]. 国土资源遥感，2016，28(2)：120-125.

[15] 中华人民共和国质量监督检验总局. 土地利用现状分类(GB/T21010-2007)[S]. 南京：中国标准出版社，2007.

[16] 姚永慧，周成虎，孙然好，等. 基于多源数据的山地地貌遥感解译[J]. 山地学报，2007，25(1)：122-128.

[17] 王睿，刘志辉，李诚志，等. 哈密盆地土地盐渍化. 沙漠化遥感解译标志及影像特征[J]. 新疆农业科学，2012，49(5) 950-953

[18] 张东明，李剑锋，田贵维，等. 基于 GIS 和 RS 的重庆市滑坡遥感解译[J]. 自然灾害学报，2011，20(2)：56-60.

[19] 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.

[20] 赵晴，刘征，赵旭阳. 石家庄地表水源保护区土地利用变化与水质相关性研究[J]. 水土保持研究，2013，20(2)：122-134.

[21] 施益强，吴志强. 近 20 a 厦门市土地利用动态变化及预测[J]. 水土保持通报，2014，34(5)：176-186.

[22] 任秀金，盖艾鸿，宋金蕊. 1999—2009 年青海省德令哈市土地利用/覆盖变化特征[J]. 水土保持通报，2014，34(5)：248-253.