

基于遥感的山区县域土地覆被变化的驱动力 因子和生态环境效应分析

——以重庆市忠县为例

左伟^{1,3}, 陈洪玲¹, 王桥^{2,3}, 李硕³

(1. 中国地图出版社, 北京 100054; 2. 国家环境保护总局信息中心, 北京 100029; 3. 南京师范大学, 江苏 南京 210097)

摘 要:在对重庆市忠县区域 TM 遥感数据进行波谱信息特征实验分析的基础上,建立了土地覆被信息提取的波段组合方案;通过人机交互目视解译和野外数据检验工作,实现利用遥感影像数据对重要生态安全指标因子之一——土地覆被因子的数据提取,并用 GIS 技术对其时空变化的驱动力因子和生态环境效应进行分析,效果和效率令人非常满意。这不仅在一定程度上解决了中尺度山区县的土地覆被数据提取与地学分析的技术和方法难题,而且揭示了忠县土地覆被的时空分异特征。这是用常规与传统的技術方法与研究手段难以实现的,也为山区县域生态环境退化评价和生态恢复研究提供了一种新的方法尝试。

通过 GIS 空间分析,揭示了忠县土地覆被和水土流失的时空分异特征。忠县土地覆被动态变化的生态环境效应表现为耕地与林地“制高地”上(海拔 500 m 以上)的大互换,在平川坝地地区建设用地大量占用优质耕地、林地等土地覆被类型;水土流失发生的坡度分异不明显,主要分布在 200~800 m 间,与坡耕旱地分布密切相关。从总体上,这种变化使区域生态环境系统的功能发生退化。分析发现,忠县土地覆被变化的驱动力主要有:(1)人口压力 and 经济发展落后是生态环境系统安全状态恶化的社会经济背景因素;(2)对自然资源不合理开发利用是生态环境恶化的直接人为因素;(3)脆弱的生态环境是生态环境恶化的自然环境背景因素。因此,必须采取包括生态移民、生态建设与生态保护等在内的忠县区域生态安全综合调控措施。

关键词:土地覆被变化;遥感;GIS;驱动力;生态环境效应;忠县

中图分类号:X32,X21

文献标识码:A

山地丘陵是我国生态环境最为脆弱的区域类型之一^[1-3]。长江上中游^[3]、黄河上中游、南方丘陵红壤区等地水土流失非常严重,部分地区生态环境已经恶化并步入恶性循环,严重危及当地社会经济的可持续发展。在此背景下,对山地丘陵地区进行生态环境安全评价、深化山区生态退化过程和机制的研究已成为我国山地科学发展的重要方向,也是西部地区可持续发展的必要基础。

进行山地丘陵地区生态环境安全评价时,首先要对其指标体系作定量分析,这涉及到状态指标、压

力指标、响应指标等 3 大类指标的若干因子^[4]。由于山区地形复杂,对这些指标因子进行离散化及数据提取相当困难且耗时费力,也难以做到实时更新,无法掌握生态环境系统实时状态及其变化态势。有鉴于此,我们选择重庆市忠县进行生态环境安全因子之一的土地覆被因子进行遥感-GIS 分析,进行新技术与新方法应用的试验和探索,具有重要意义。

土地覆被是构成区域生态环境系统安全评价指标体系的重要的指标因子之一。本研究以忠县区域 1986 年和 2000 年美国 Landsat 卫星 TM 遥感数据

收稿日期(Received date):2003-09-15;**改回日期**(Accepted):2003-12-11。

基金项目(Foundation item):国家环境保护总局重大科技项目“中国西部地区生态环境现状遥感调查项目(2000)”[The item was supported by the Key S. & T. Project of State Environmental Protection Administration: The Project of RS Investigation on Eco-environment in Western China(2000).]

作者简介(Biography):左伟(1963-),江西星子县人,男,博士,副编审,主要从事 RS 和 GIS 与区域可持续发展、地图学理论与实践研究。电话:010-83543932;E-mail:zuowei@sinomaps.com [Dr. Zuo Wei(1963-),male,born in Xingzi County of Jiangxi Province of China, senior editor, specialized in researches on RS, GIS, regional sustainable development and theories and practices of cartology.]

为基础数据源,经过波段选择与组合、几何精纠正、人机交互目视解译判读进行信息提取,以此作为忠县生态环境系统安全评价的指标因子之一,按照统一的数字研究环境规范进入生态环境系统安全评价 GIS 数据库,并在 GIS 软件平台上对这些指标因子数据进行时空叠加分析,以深入揭示土地覆被变化的驱动力因子和生态环境效应。

1 方法与步骤

1.1 遥感数据源

按照研究项目的要求,根据已有研究^[5]关于空间尺度问题的研究结论,从空间尺度的角度而言,我

们选择空间分辨率 25 m 左右的信息源;就需提取信息的类型而言,获取植被盖度、土地覆被等信息应以 TM、MSS、SPOT 的遥感信息为主。生态状况动态监测(如 NDVI 动态曲线的获取),则应以高时间分辨率的 IKONOS 数据等为主。

本研究中由于数据条件的限制,我们仅选择了 2 个时相(1986-07-05 和 2000-07-31, 轨径号 127—39)的 TM(ETM+) 数据,作为忠县土地覆被动态变化研究的主要遥感信息源。

1.2 土地覆被信息提取技术流程

遥感数据土地覆被信息提取技术流程如下图所示:



图 1 遥感数据土地覆被信息提取技术流程图

Fig.1 Technology flow in information extraction of land cover from RS data

2 遥感数据特征与土地覆被信息提取

2.1 遥感数据特征与信息提取

2.1.1 TM(ETM+)影像各波段信息提取特征

TM 数据源各波段各有特色,可进行不同地物类型的信息提取与监测研究。但文献^[6]表明 TM(ETM+) 遥感数据各波段间的信息相关关系为, TM1 与 TM2、TM5 与 TM7 高度相关,相关系数达 0.95 以上,信息冗余较大。可以考虑不选取 TM1 波段。

2.1.2 遥感数据波段地物辐射差异与信息提取

地物辐射差异越大,则应该是我们优先考虑选取的波段。因为这样便于地物类型的区分和地物信息的提取。图 2 是忠县忠州镇周边地区的 TM(ETM+) 遥感数据 TM2 至 TM7 的波段地物辐射差异,从图中可以看出,波段 TM6 的地物辐射差异极小,不利于地物信息的提取,亦可以考虑不选取 TM6 波段。

据此实验和分析结论,本文在区域生态环境系统安全评价的遥感数据源选择中,选择了 TM 数据中 TM2、TM3、TM4、TM5、TM7 和 TM8 六个波段,

其中 TM2、TM3、TM4、TM5 和 TM7 共五个波段作为基本波段使用,它们的不同组合可以用于不同类型的土地覆被的信息提取,而 TM8 波段主要用于数据融合,以提高其他波段及其波段组合的空间分辨率。

2.1.3 遥感数据波段组合与信息提取

经过综合研究忠县地区各地物类型的光谱特征、各波段的生态特性及不同波段组合分析比较,归纳出各地物类型信息获取的方法与途径。

植被信息 TM5、4、3 合成影像图上植被信息反映明显,不同植被间的差异比较突出,对于植被类型信息的提取常利用 TM5、4、3 合成的影像。将 TM5、4、3 分别赋以红、绿、蓝,进行假彩色遥感影像合成,绿色植被在影像上表现为不同深浅的绿色,符合人类视觉效果;形状上表现为面状分布或条带状分布;常分布在人类干扰强度较弱的山区或城镇边缘;纹理结构较粗糙。另外, TM7、5、4 波段分别赋以红、绿、蓝,进行假彩色遥感影像合成,植被在影像上表现为不同深浅的蓝色或蓝绿色系列,植被的细微结构差异在 TM7、5、4 上表现明显,利用 TM7、5、4 进行不同植被类型的信息提取非常有利,见图 3 所示。

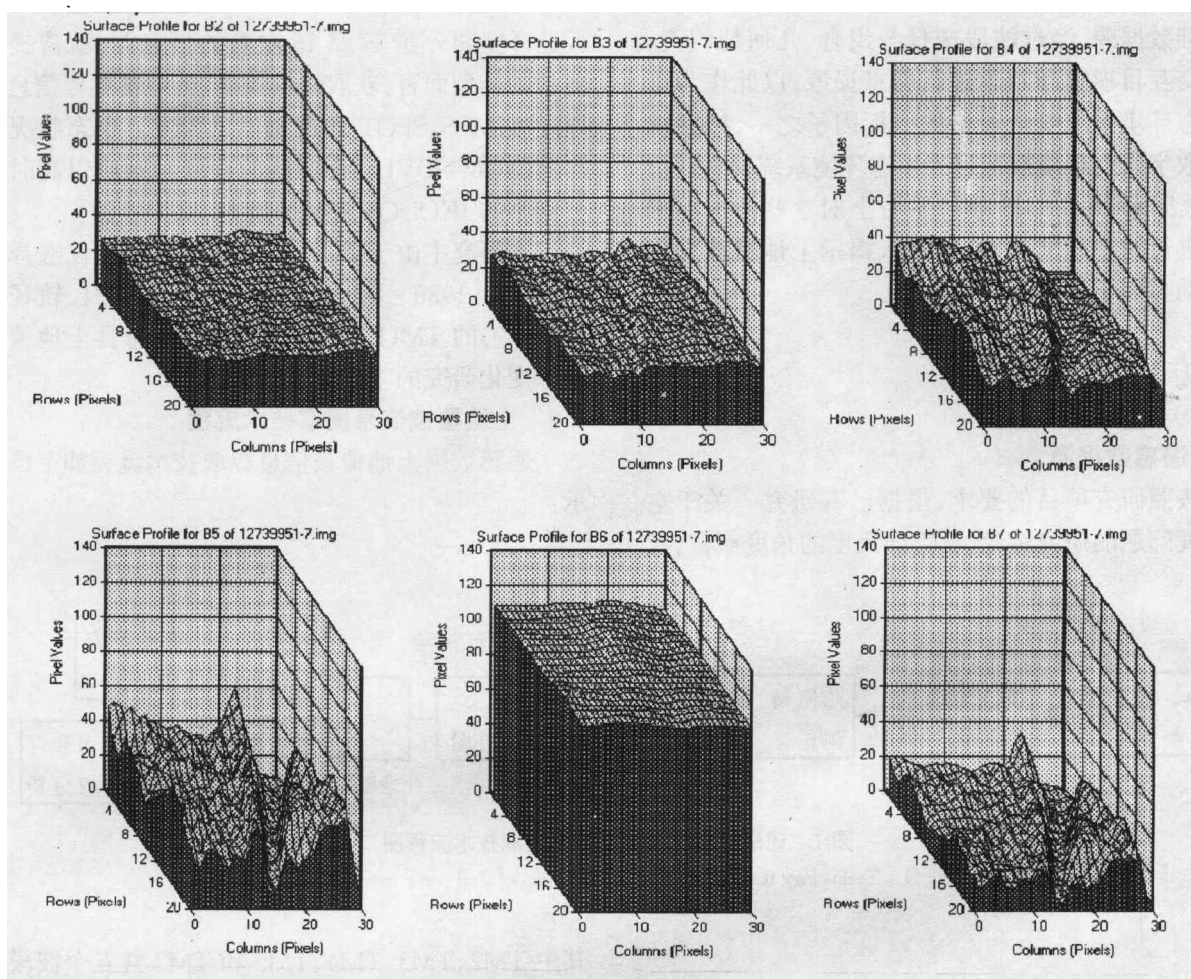


图2 TM2-TM7 波段地物辐射差异

Fig.2 Radiation differences of land materials in TM2-TM7 Bands

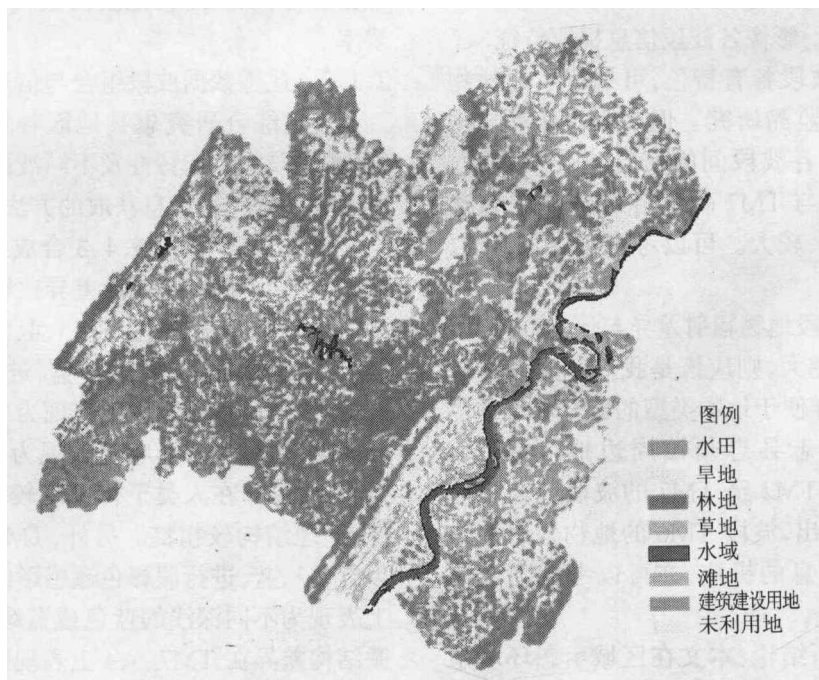


图3 2000年忠县土地覆被图

Fig.3 Land cover classes map of ZhongXian County in 2000

水体信息 TM4、3、2 波段分别赋以红、绿、蓝,进行假彩色遥感影像合成,合成影像上水体特征表现明显。水体在影像上表现为不同深浅的蓝色系列;形状表现为外形轮廓呈自然弯曲的线状或面状分布;一般分布在地势较低平的平原或山谷地带;纹理结构较均一。

城镇信息 TM7、5、2 三个波段进行假彩色合成,分别赋以红、绿、蓝色,城市在其影像上表现为紫色(偏蓝)系列;形状不规则,常分布在沿河或沿交通大道;纹理结构较粗糙。

2.2 土地覆被分类系统及解译标志

根据已有的成果基础,考虑到目前技术水平条

件下,区域生态环境系统安全评价的信息提取精度要求,以及应用遥感技术调查所能达到规定精度的可能性,本研究土地覆被分类系统及解译标志直接移植国家环境保护总局“中国西部地区生态环境现状遥感调查项目”中的对应方案¹⁾。该方案中,土地覆被采取二级分类系统(其中耕地类型分到三级)。第一级依据国民经济主要用地构成、土地属性和利用方向,将土地覆被划分为耕地、林地、草地、水域、建设建筑用地和未利用土地六大类型。第二级是在第一级基础上,依据土地资源主要利用方式、利用条件、利用难易程度划分为 25 个亚类。参见表 1。

表 1 2000 年忠县土地覆被构成
Table 1 Land cover classes component of ZhongXian County in 2000

土地类型		编码	亚类面积(hm ²)	比例(%)	大类面积(hm ²)	比例(%)
耕地 1 (水田)	山地水田	111	191.20	0.09	35 197.74	16.08
	丘陵水田	112	35 006.11	15.99		
	平川水田	113	0.00	0.00		
	≥25°坡度水田	114	0.00	0.00		
耕地 2 (旱地)	山地旱地	121	9 324.77	4.26	95 896.32	43.81
	丘陵旱地	122	82 655.79	37.72		
	平川旱地	123	675.09	0.31		
	≥25°坡度旱地	124	3 327.15	1.52		
林地	有林地	21	10 305.36	4.71	67 309.11	30.75
	灌木林地	22	1 452.89	0.66		
	疏林地	23	53 794.95	24.58		
	其他林地	24	1 759.57	0.80		
草地	高覆盖草地	31	2 511.98	1.15	13 505.60	6.17
	中覆盖草地	32	10 807.70	4.94		
	低覆盖草地	33	166.53	0.08		
水域	河渠	41	4 379.62	2.00	5 953.85	2.72
	湖泊	42	0.00	0.00		
	水库、坑塘	43	432.63	0.20		
	冰川、积雪	44	0.00	0.00		
	海涂	45	0.00	0.00		
	滩地	46	1 149.02	0.52		
居民点和工矿用地	城镇用地	51	416.29	0.19	875.57	0.40
	农村居民用地	52	437.79	0.20		
	工矿建设用地	53	19.44	0.01		
未利用土地	沙地	61	0.00	0.00	74.38	0.03
	戈壁	62	0.00	0.00		
	盐碱地	63	0.00	0.00		
	沼泽地	64	0.00	0.00		
	裸土地	65	0.00	0.00		
	裸岩	66	74.38	0.03		
	其他	67	0.00	0.00		
合计			218 891.40	100.00	218 891.40	100.00

1) 王桥,等,中国西部地区生态环境现状遥感调查分析与研究报告,2001。

2.3 土地覆被数据解译

目前,土地覆被数据解译方法有计算机自动解译和人机交互目视解译二大类。由于技术、数据源、模型等多方面的因素,土地覆被计算机自动解译在当前面临了许多困难^[7],精度难以保证。基于这种状况,本项研究土地覆被数据解译工作采用人机交互目视解译。

人机交互目视解译是在同一硬件和软件平台之上,对(E)TM+数字图像进行操作,目视判读划分耕地、林地、草地等,并进行编码与赋值、修改与删除等屏幕解译数字化及编辑操作。最终建立拓扑关系并入库。人机交互目视解译过程的具体操作步骤如下:(1)在(E)TM+影像图、地形图、植被图、坡度分布图等的支持下进行图斑识别,按照行业标准,同时在新建的矢量图层上勾画出新的图斑类型。(2)应用 ARC/INFO 拓扑运算,进行矢量图的处理产生初期土地覆被图。(3)对初期土地覆被图进行分类和分块检查评估,若不满意便进行重复,满意后即得到最终土地覆被图(见图 3)。详细结果见表 1。

2.4 野外采样与数据检验

野外数据检验工作于 2001-10 月下旬进行,选择了忠县区域地形复杂、生态类型丰富的猫耳山及其两侧的拔山盆地和忠州盆地作为工作区域,采用随机采样选择复核剖面,利用 GPS 进行野外定点,记录经、纬度,采集时间及高程等相关数据,然后对定位点土地覆被类型、景观特征进行记录,并拍摄景观照片保存。野外数据检验表明,本次人机交互目视解译精度达到 83.8%,解译成果数据可信,可作为基础数据应用于区域生态环境系统安全评价研究。

3 土地覆被动态变化的驱动力因子和生态环境效应分析

3.1 土地覆被动态变化分析技术流程

土地覆被动态变化分析是采用已经完成的 1986 年的土地覆被解译数据(Coverage)和 2000 年的土地覆被解译数据(Coverage),在 ARC/INFO 7.1 软件中 ARC 模块下进行动态叠加,自动产生 2 个时段土地覆被的属性字段,通过对这 2 个时段土地覆被属性字段进行逻辑运算,提取 1986-2000 年土地覆被动态变化数据,据此分析各种土地覆被类

型的相互转换,揭示忠县区域近十余年土地覆被的主要变化及其驱动力因子,并对这种土地覆被变化的生态环境效应作出分析。

3.2 土地覆被类型组成的变化

忠县区域 1986-2000 年土地覆被大类的变化见表 2。从该表的行可看出某类土地覆被变为其他类型的情况,从该表的列可以看出某类土地覆被新增面积的来源情况。

3.3 土地覆被变化的驱动力因子分析

土地覆被变化一般受多种因素的影响,诸如社会经济的发展、气候变化和环境变迁、人口压力的状况、政策与法规的干预等都对土地覆被变化起着重要的驱动作用。重庆市忠县各种主要土地覆被类型发生演变的驱动因子^{[8],1),2)}包括:

1. 耕地变化的驱动因子

15 年来,忠县的耕地一直呈现增加趋势。这一变化特点及原因与社会经济发展与人口增长的压力密切相关。由于经济发展的需求和人口增长的需求,需要持续大量增加耕地面积,导致忠县区域林草面积不断缩减,而且毁林毁草增地发生地的海拔不断增高、坡度不断增大。

期间忠县耕地变为其他类型 13 94.71 hm²,占土地覆被大类总变化的 25.67%。其他类型变为耕地 3 884.27 hm²,占土地覆被大类总变化的 71.50%。耕地净增加 2 489.56 hm²。在耕地增加方面,其他类型变为耕地 3 884.27 hm²,占土地覆被大类总变化的 71.50%。在其他类型变为耕地的面积中,80.14%来源于林地类型,19.83%来源于草地类型。

显见,耕地的增加是以毁林毁草为代价的。由于本区固有的人口压力和移民垦殖与移民迁建,不得不毁林毁草增地。这样不但在数量上,而且在质量上,都在导致区域生态环境状况的恶化。

利用 DEM 数据(1:5 万)和土地覆被动态变化图进行叠加分析表明,在增加的 3 884.27 hm² 新垦耕地中,海拔大于 500 m 的占 64.73%,坡度 >15° 的占 81.39%。可见,由于平川坝地的土地已经开垦殆尽,耕地的增减最主要的形式是在高于 500 m 的“制高地”上与林地发生置换。即在更高海拔和更大坡度的地区,在进行毁林地造耕地,导致区域生态环境状况不断恶化。

1)龙花楼,长江沿线样带土地利用变化与土地可持续利用,中科院地理所博士后报告,2001-06,63。

2)刘纪远,等,国土环境遥感时空信息分析与数字地球相关理论技术预研究,中科院地理所,2002-09,548。

表 2 1986~2000 忠县年土地覆被大类的变化
Table 2 Changes of land cover classes in ZhongXian County in 1986~2000

		耕地	林地	草地	水域	居民点和工矿用地	未利用地	合计
耕地	面积(hm ²)	0.00	1241.31	0.00	0.00	153.40	0.00	1 394.71
	占该类变 ^① (%)	0.00	89.00	0.00	0.00	11.00	0.00	100.00
	占总变 ^② (%)	0.00	22.85	0.00	0.00	2.82	0.00	25.67
林地	面积(hm ²)	3 112.75	0.00	0.00	0.00	135.58	0.00	3 248.33
	占该类变(%)	95.83	0.00	0.00	0.00	4.17	0.00	100.00
	占总变(%)	57.30	0.00	0.00	0.00	2.46	0.00	59.80
草地	面积(hm ²)	770.27	14.46	0.00	0.00	3.31	0.00	788.04
	占该类变(%)	97.75	1.83	0.00	0.00	0.42	0.00	100.00
	占总变(%)	14.18	0.27	0.00	0.00	0.06	0.00	14.51
水域	面积(hm ²)	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25
	占该类变(%)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	占总变(%)	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
居民点和工矿用地	面积(hm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	占该类变(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	占总变(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
未利用地	面积(hm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	占该类变(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	占总变(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计	面积(hm ²)	3 884.27	1 255.77	0.00	0.00	292.29	0.00	5 432.33
	占总变(%)	71.50	23.12	0.00	0.00	5.38	0.00	100.00
净增(+) 或减(-)	面积(hm ²)	+ 2 489.56-1 992.56-788.04 -1.25				+ 292.29	0.00	0.00

注:①指该类型转变为另一种类型面积数占该类型转变为其他所有类型总面积的百分比;
②指该类型转变为另一种类型面积数占有所有转换面积总数的百分比。

在实地考察中,发现多数后靠和上靠的移民居民点和交通线的周边地区,都在大片地毁林造梯形耕地,映证了上述结论。

2. 林地变化的驱动因子

从 1986 年到 2000 年,忠县林地呈现有增有减,以减少为主的变化态势。林地变为其他类型 3 248.33 hm²,占土地覆被大类总变化的 59.80%。其他类型变为林地 1 255.77 hm²,占土地覆被大类总变化的 23.12%。林地净减少 1 992.56 hm²。林地减少方面,林地变为其他类型的面积中,95.83%转换为耕地,4.17%被居民点和工矿用地所占;林地增加方面,其他类型变为林地 1 255.77 hm²,占土地覆被大类总变化的 23.12%。在其他类型变为林地的面积中,98.85%来源于耕地类型,1.15%来源于草地类型。

显见,林地的增加是由于退耕还林,大力进行生态环境建设所致。但同时,林地的减少,又是因为毁林开荒、三峡库区建设。两两相抵,不但在数量上,而且在质量上,都在导致区域林地生态环境系统服务功能的下降。林地变化的驱动因子,既包括耕地变化驱动因子的社会经济发展与人口增长的压力因

素,也还有政策方面的因素。

3. 草地变化的驱动因子

从 1986 年到 2000 年,忠县草地呈现不断减少的变化态势。草地变为其他类型 788.04 hm²,占土地覆被大类总变化的 14.51%。草地变为其他类型的面积中,97.75%转换为耕地,1.83%转换为林地,0.42%被居民点和工矿用地所占。

显然,草地的减少主要是由于耕地侵占和少量居民点建设用地占用,导致草地生态环境系统和区域生态环境系统服务功能的下降。但也有少量草地面积因植树造林而转化成为了林地。草地变化的驱动因子相同于林地变化驱动因子的社会经济发展、人口增长的压力方面的因素。

4. 居民地和工矿用地变化的驱动因子

从 1986 年到 2000 年,忠县居民点和工矿用地呈现持续增加的变化态势。其他类型变为居民点和工矿用地 292.29 hm²,占土地覆被大类总变化的 5.38%。其他类型变为居民点和工矿用地的面积中,52.48%来源于耕地类型,46.39%来源于林地类型,1.13%来源于草地类型。

显见,居民点和工矿用地的增加主要是建立在

大量优质耕地减少和林地减少的基础上。随着经济的大发展,居民点和工矿用地的扩张是必然的,但若由此而大量侵占优质耕地、林地和草地,则将大大降低区域生态环境系统的服务功能及其安全性,而且由于耕地的被侵占,又将更加加深人地关系的矛盾。居民地和工矿用地变化的驱动因子相同于林地变化驱动因子的社会经济发展、政策和人口增长压力方面的因素。

此外,未利用土地和水域基本没有发生变化,不作驱动力因子分析。

3.4 土地覆被变化的生态环境效应

通过对忠县 1986—2000 年土地覆被及其类型动态变化的分析,可以看出,该时期本区域土地覆被的变化主要表现为耕地与林地“在制高地”上(海拔>500 m)的大互换——即大面积的林地转变为耕地和较大面积的耕地转变为林地,在平川坝地则表现为城乡建设、工矿建设、交通建设大量占用优质耕地、林地和草地等。从总体上,这种变化正使区域生态环境系统的功能发生退化。但在局部地区,也出现了生态恢复的局面,如退耕还林及草地向林地转化。

上述分析表明,忠县地区生态环境系统较为脆弱,森林覆盖率低,垦殖指数过高,并且在垂直分布上,500 m 以下的土地已经垦殖殆尽,耕地与林地争地的“主战场”已经“更上了一层楼”,转移到了海拔 500 m 以上。同时,该区生态环境系统功能总体处于稳定弱势状态,并略呈退化趋势,局部地区经治理有所好转。因此,必须继续加大生态环境系统保护的力度,重点是保护和恢复现有林地,有计划地退耕还林^[9],控制建设用地侵占耕地。

4 结语

本研究在对忠县地区 TM 遥感数据进行波谱信息特征分析的基础上,通过人机交互目视解译,实现了利用 TM 遥感数据对生态环境系统安全因子之一——土地覆被因子的信息提取;取得了很好的效果,显示遥感和 GIS 技术在山区县域生态环境系统安全评价和实时监控方面具有非常大的潜力。

通过 GIS 空间分析,揭示了忠县土地覆被和水土流失的时空分异特征。结果表明,忠县土地覆被变化的驱动力主要有社会经济发展需求、人口增长的压力和政策等方面的因子。忠县土地覆被动态变化的生态环境效应表现为耕地与林地“在制高地”上

(海拔>500 m)的大互换,在平川坝地地区建设用地大量占用优质耕地、林地等土地覆被类型,水土流失发生的坡度分异不明显,主要分布在 200~800 m 间,与坡耕旱地分布密切相关。从总体上,这种变化使区域生态环境系统的功能发生退化。

应该指出的是,进行生态环境系统安全评价时,所用重要指标因子数往往多达十几个甚至几十个,但到目前为主,其中的大多数指标因子,如生态环境系统安全响应因子、部分压力因子与状态因子等,尚没有有效的空间信息提取和空间离散化的技术与方法,值得在今后的研究中加以探索。

参考文献(References):

- [1] The Nature Protection Department of State Environmental Protection Administration. Reports of ecological problems in China[M]. Beijing: Chinese Environment Science Press, 2001. 118~120. [国家环境保护总局自然保护司. 中国生态问题报告[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001. 118~120.]
- [2] Liu Jiang. Eco-environment construction planning of China[M]. Beijing: Commercial Press of China, 1999. 26~30. [刘江. 全国生态环境建设规划[M]. 北京: 中华工商联合出版社, 1999. 26~30.]
- [3] Zhong Xianghao, et al. The environmental characters and the shelter-forest system construction of upper reaches of the Yangtze River (Wujiang Basin)[M]. Chengdu: Sichuan S. & T. Press, 1992. 1~207. [钟祥浩, 等. 长江上游环境特征与防护林体系建设(乌江流域)[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1992. 1~207.]
- [4] Zuo Wei, Wang Qiao, Wang Wenjie, et al. Study on regional ecological security assessment index and standard[J]. Geography and Territorial Research, 2002, 18(1): 67~71. [左伟, 等. 区域生态安全评价指标与标准研究[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(1): 67~71.]
- [5] Zuo Wei, Zhang Guilan, Wan Biwen, et al. Study of determining the GIS raster size in mid-scale ecological assessment research. ACTA Geodaetica et Cartographica Sinica, 2003, 32(3): 267~271. [左伟, 等. 中尺度生态评价研究中格网空间尺度的选择与确定[J]. 测绘学报, 2003, 32(3): 267~271.]
- [6] Wang Jiechen. Research on methods and models of the locust plague forecast in Qinghai lake area based on RS and GIS[D]. Doctor's Degree Dissertation of Nanjing Normal University, 2000, 5. [王杰臣. 遥感与 GIS 支持下环青海湖草地蝗虫测报方法与模型研究[D]. 南京师范大学地理科学学院博士论文, 2000, 5.]
- [7] Yang Shengtian et al. The key role of RS data interpret by man-computer alternately in big scale soil erosion investigation[J]. Journal of Soil and Water Conservation. 2000(3): 88~91. [杨胜天, 等. 人机交互式解译在大尺度土壤侵蚀遥感调查中的作用[J]. 水土保持学报, 2000(3): 88~91.]
- [8] Li Shishun, et al. Land-use and argri-environment construction in Chongqing City[M]. Beijing: S. & T. Press of China, 1992. 115

~135.[李世顺,等.重庆土地利用与环境农业建设[M].北京:中国科学技术出版社,1992.115~135.]
[9] Cao Xuezhong *et al.* Remote sensing analysis in land cover in the

Three-Gorges Reservoir Region[J]. *Rural Eco-Environment*, 2001, 17(4): 6.[曹学章,等.三峡库区土地覆被动态变化遥感分析[J].农村生态环境.2001,17(4):6.]

Driving Factors of Land Cover Changes and Their Ecological and Environmental Effects Based on RS in Mountainous Counties

——A case study of Zhongxian County of Chongqing City

ZUO Wei^{1,3}, CHEN Hongling¹, WANG Qiao², LI Shuo³

(1 SinoMaps Press, Beijing, 100054; 2 Information Centre, State Environmental Protection Administration, Beijing, 100029;

3 Nanjing Normal University, Nanjing, 210097)

Abstract: Based on spectrum information analysis of TM images of Zhongxian County of Chongqing City, a band combined program about the extraction of land cover information was developed in this paper. Land cover information, which is an important index of ecological security, was obtained from remote sensing image by contact interpretation and then tested by investigation data. The analysis of the driving factors of the temporal and spatial land cover changes and their ecological and environmental effects were also carried out by GIS. Both the analysis effect and efficiency are agreeable. It not only resolved the problems of land cover information extraction in mountainous counties on middle scale and the technique and methods in geographical analysis, but also presented the temporal and spatial differentiated features of land cover in Zhongxian County, which are difficult to accomplish by traditional techniques and methods. This paper provides an attempt of new method for evaluation of ecological and environmental degradation and ecological restoration in mountainous counties.

The temporal and spatial differentiated features of land cover in Zhongxian County was presented by GIS. The Eco-environmental effects caused by the land cover changes in Zhongxian County are: the cultivated land is in exchange with the forest land largely at the high-land(over 500 meter above sea level), lots of the high quality cultivated land and forest land are occupied by construction land at the low-land such as small plain and basin; the emergence of the soil erosion is not correlated closely with the slopes of landform but the altitudes(most between 200 and 800 m) and sloping dry land. These changes conduce to the function degeneration of regional eco-environment system.

It was found that the driving factors of land cover changes that caused the deterioration of ecological environment are as follows, (1) population pressure and backward of economic development are the social economic background factors. (2) excessive use and unreasonable development of the natural resources are the direct human factors; (3) fragile ecological environment is the natural environmental background factor. Thus, it was necessary to adopt the countermeasure including ecological immigrate, ecological construction and protection to control the regional ecological security in ZhongXian County.

Keywords: land cover changes; remote sensing; GIS; driving factors; ecological and environmental effects; Zhongxian County