

基于遥感的祖厉河流域土地分类及其分布空间分析

彭守璋¹, 赵传燕¹, 别 强²

(1. 兰州大学干旱与草地生态教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000;

2. 兰州大学西部环境教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要:以陇西黄土高原的祖厉河流域为研究区,利用1993和2007年两期TM影像数据对研究区土地利用类型进行分类,在此基础上结合数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM)、多年平均降水量的空间分布数据,利用地理信息系统(GIS)空间分析方法,重点分析坡耕地、林地和草地的气候特征空间与地形特征空间,研究得出:①14 a内研究区大约有214.82 km²坡耕地被治理,但2007年仍有145.08 km²处于临界坡度以上。②林地大致分布在降水量386~517 mm之间,14 a内人工林地有所增多。③在人为活动的干扰下,草地的覆盖度普遍降低。植被的恢复和重建是流域治理的切入点,该项研究目的为退耕还林还草提供科学支撑,服务于建立祖厉河流域生态系统的良性循环。

关键词:分布空间;遥感;土地分类;祖厉河流域

中图分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2010)03-0366-07

1 引言

半个世纪以来,人类对自然资源的不合理开发利用,使全球的生态环境发生了急剧变化,其负面影响已经威胁到人类的生存环境。黄土高原就是一个最突出的实例,极端脆弱的生态环境和超负荷的人口对该地区构成了双重的压力,使得人口、资源、环境、发展之间的关系失衡,陇西黄土高原的祖厉河流域则是一个缩影。祖厉河位于黄河流域的上游,流域面积为10 653 km²。在黄河上游流域面积大于1万 km²的6条一级支流中,祖厉河流域面积仅占8.18%,其入黄水量微不足道,只占1.46%,但入黄年均沙量却占39.58%,多年平均输沙量达5 640万 t^①。在半干旱半湿润气候条件以及地表径流并不充分的情况下,强烈的土壤侵蚀既是该区生态环境恶化的起因,又是生态环境恶化的结果,这种恶性循环使祖厉河流域成为全国最贫困地区之一。改善生态环境,协调人口、资源、环境、发展之间的关系首要和最关键的是植被的恢复和重建,这已在生态学界

达成共识^[1-3]。植被恢复目标的确立、物种的选择方面已经有研究^[3-4],但一个区域植被恢复的力度和规划实施的程度仍有待于评价。随着计算机技术的迅猛发展,数字图像处理技术日趋成熟,遥感图像的数字化和智能化处理逐渐成为土地利用分类的主流。GIS以其强大的空间分析功能(叠置分析、地形分析、影像分析等)在自然植被和野生动物的生境空间分析方面有着广泛的应用^[5-6],为生态恢复决策及评价提供了技术支撑^[7-9]。基于GIS技术,本文研究了1993年(流域治理阶段中期)和2007年(现状)的祖厉河流域土地利用空间配置格局,对两年的土地利用类型分布进行对比分析,并对区域植被恢复的力度和规划实施的程度进行评价,为该区域退耕还林还草、建立安全生态体系和制定区域可持续发展对策提供必要的科学依据。

2 研究区概况

祖厉河流域地处104°12'~104°33'E, 35°18'~36°34'N,流域面积10 653 km²,地跨甘肃省定西、白

收稿日期:2009-10-21;修订日期:2010-03-08

基金项目:国家自然科学基金(30770387和40671067)和国家环境保护公益性资助项目(NEPCP 200809098)。

作者简介:彭守璋(1986—),男,硕士研究生,主要从事遥感与GIS应用研究。E-mail: pengshzh05@lzu.cn.

通讯作者:赵传燕(1963—),女,教授,研究方向为生态水文与环境模拟。E-mail: nanzhr@lzb.ac.cn.

① 甘肃省水利厅水土保持局.《祖厉河流域水保措施对入黄泥沙变化的影响及发展趋势研究》报告,1993。

银、兰州 3 地(市)和宁夏固原地区,包括定西市、会宁县的绝大部分地区及靖远、榆中、陇西、通渭、西吉、海原县的小部分地区。地势大致由南向北倾斜,海拔多在 1 400 ~2 839 m (图 1),呈现出梁峁交错,沟壑纵横的地貌景观。由于深处内陆,受六盘山和秦岭山脉的屏蔽作用,海洋暖湿气流不易到达,具有大陆性季风气候特点。年降水量由南部华家岭的 509.3 mm,到北部靖远降至 248.4 mm,全流域平均降水量 376.2 mm,降水年内分配不均,主要集中在夏季(6~8 月),占年降水量的 53.6%,其次是春秋两季,分别占年降水量的 23.7%、20.3%,冬季降水最少,占年降水量的 2.4%。年平均气温由靖远的 8.8℃减至华家岭的 3.6℃。祖厉河流域植被属温带半干旱草原和干旱草原,天然植被稀疏,以针茅、冰草、蒿类等群落为主。由表 1 可以看出,祖厉河流域的土地利用是以农为主,林、草所占比例极少,同时也显示,自 20 世纪 70 年代以来,土地利用结构有所调整,农业用地比重有所减少,林、草用地比例则迅速增大。

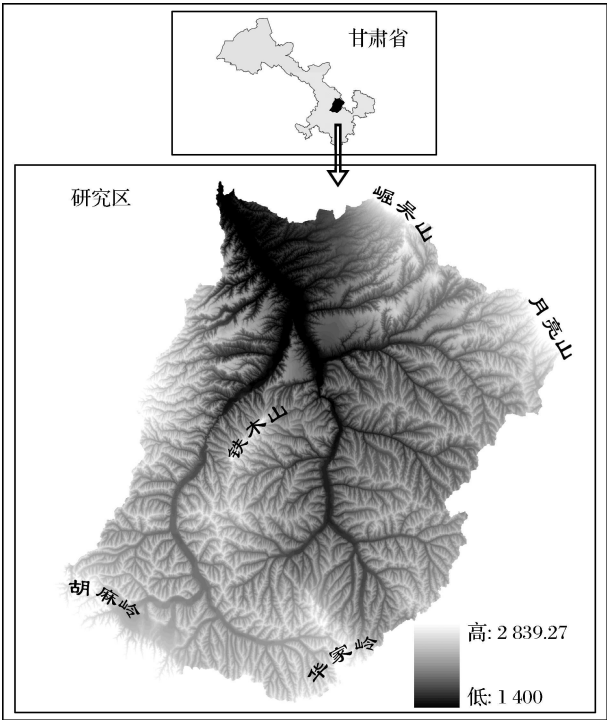


图 1 研究区相对位置及数字高程模型(DEM)
Fig. 1 Relative location and DEM of the study area

表 1 祖厉河流域 30 a 土地利用变化
Table 1 The land-use change of Zuli River basin in thirty years

年份	总面积/ hm ²	农地/ %	林地/ %	草地/ %	荒地/ %	地埂/ %	其它/ %
1959	1 064 700	32.00	0.61	0.01	46.74	9.05	11.59
1968	1 064 700	32.47	0.80	0.05	45.85	9.08	11.75
1979	1 064 700	32.78	1.58	0.79	46.62	9.30	11.93
1989	1 064 700	30.80	6.86	3.52	37.41	9.27	12.14

注: 源于《祖厉河流域水保措施对入黄水沙变化的影响及发展趋势研究》, 甘肃省水利厅水土保持局, 1993

3 数据与方法

3.1 数据收集与处理

祖厉河流域梁峁交错, 沟壑纵横, 利用高分辨率的遥感数据有利于土地利用类型的分类, 但是鉴于研究区较大, 过高分辨率的遥感数据(如 Quick-Bird)代价高, 所以本研究采用美国陆地资源卫星 TM 数据, 空间分辨率分别为 28.5 m × 28.5 m 和 30 m × 30 m, 获取的时间分别为 1993 年 8 月 26 日和 2007 年 9 月 18 日, 1993 年时值流域大规模土地利用调整和小流域治理的初期, 尤其是处于祖厉河一级支流关川河流域综合治理效益评估阶段, 土地利用调查数据较多, 为土地利用类型的提取精度评价提供了数据支撑。同时收集到研究区的数字高程模型(DEM), 分辨率为 50 m × 50 m。46 个站点多年平均降水量数据来源于甘肃省气象局和甘肃省定

西水文水资源勘探局, 降雨量的推算方法见文献 [10]。对影像进行几何校正, 投影转化为横轴墨卡托(Transverse Mercator/Krassovsky 1940), 最后利用“5s”模型进行大气辐射校正。在 ArcInfo 里的 Spatial Analyst 模块中对 DEM 进行运算, 得到坡度、坡向栅格数据。

3.2 研究方法

3.2.1 遥感图像信息提取

基于 TM 影像数据, 运用 ERDAS 软件, 采用监督分类的方法, 获得 1993 年和 2007 年研究区土地利用类型图, 利用总体分类精度和总体 Kappa 系数对分类进行评价。为了使分类结果更加精确, 将分类精度引入来确定不同土地类型的空间分布^[11], 具体做法是: ① 先计算出每种土地利用类型的 NDVI 值; ② 每种土地利用类型的 NDVI 值出现频率大致成正态分布, 其中被正确分类的类型的

NDVI值在中间集中, 然后可以根据分类精度 x , 在 $[(1-x)/2, (1+x)/2]$ 范围内通过 Matlab 计算出每种土地利用类型 NDVI 最大值和 NDVI 最小值;

③ 在 ArcGIS 里根据 NDVI 最大值和最小值重新确定每种土地利用类型的空间分布。图 2 为数据处理整体流程。

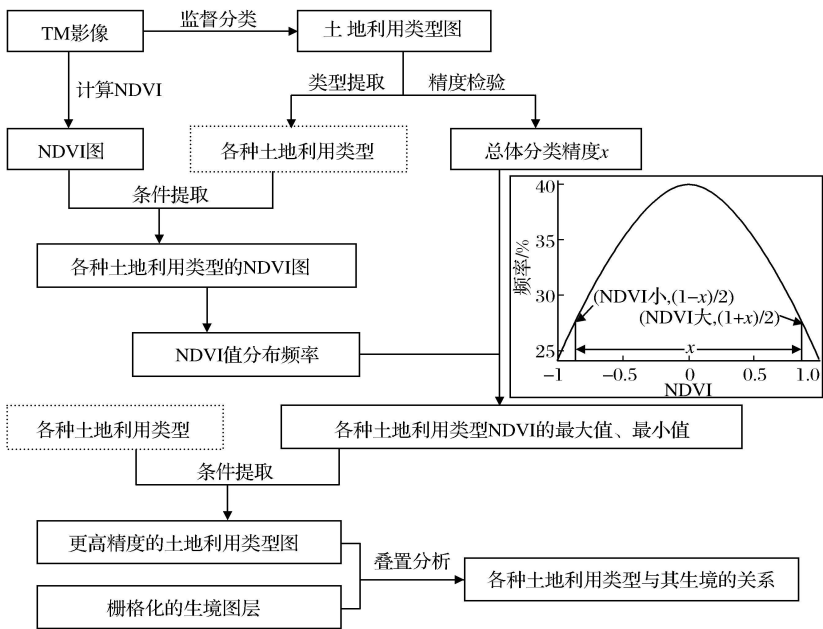


图 2 数据处理整体流程

Fig. 2 The overall flow of data processing

3.2.2 不同土地利用类型的气候和地形特征的提取

多年平均降水量分布数据与遥感分类数据叠加, 对草地、林地、荒地、旱地和水浇地的多年平均降水进行提取, 同样将不同的土地利用类型与海拔、坡度和坡向栅格数据叠加, 提取草地、林地、荒地、旱地和水浇地的地形特征空间。具体做法是: ① 在 ArcGIS 中先将各类土地利用类型分别提取出来, 使用 Conversion 工具将各土地利用类型栅格数据以及降水、海拔、坡度、坡向的栅格数据转成矢量点数据, 然后对各个土地利用类型的点数据和气候、地形因子的点数据进行对应位置上的属性表连接, 这样生成的一个点即有其所属的土地利用类型名或值, 也有其位置上的降水、海拔、坡度、坡向值; ② 将点数据的属性表导入 Matlab 中进行处理并作图, 作图时横坐标代表降水、海拔、坡度、坡向值, 纵坐标代表降水、海拔、坡度、坡向值相同的像元数占像元总数的比例, 也就是面积的比例, 这里的像元总数是各个土地利用类型栅格数据的像元总数。

4 结果与讨论

4.1 土地利用类型分类

通过监督分类得到研究区土地利用类型分布

图。检验后 1993 年影像总体分类精度为 81.64%, Kappa 系数为 0.7761; 2007 年影像总体分类精度为 79.15%, Kappa 系数为 0.7484。根据分类精度 81.64% 和 79.15%, 在 $[(1-81.64\%)/2, (1+81.64\%)/2]$ 和 $[(1-79.15\%)/2, (1+79.15\%)/2]$ 范围内通过 Matlab 计算出每种土地利用类型 NDVI 最大值和 NDVI 最小值, 在 ArcGIS 里根据 NDVI 最大值和最小值重新确定每种土地利用类型的空间分布, 1993 年和 2007 年土地利用类型分类精度分别提高到 89.54% 和 88.47%。在分类时引入分类精度, 可以最大限度地剔除掉不属于本类的像元, 与传统的分类方法比较, 本方法分类精度更高, 在开始处理时也可采用其它分类方法, 如最大似然法、决策树分类等。

1993 和 2007 年各土地覆盖类型分布图及面积所占比重见图 3 和表 2。由表 2 可以看出祖厉河流域 1993 年土地覆盖类型以旱地、高覆盖草地以及中覆盖草地为主, 水浇地则分布在祖厉河下游的两岸附近, 1993 年林地主要分布在东北部的岷吴山、月亮山和中部的铁木山以及胡麻岭、华家岭, 相比之下 2007 年在流域东部增多了人工林地。

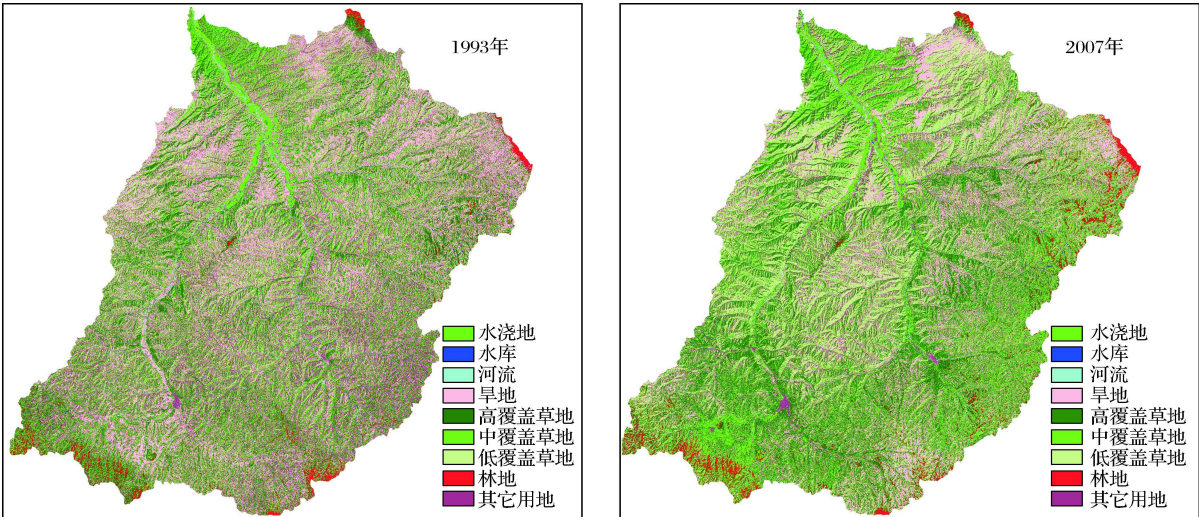


图 3 祖厉河流域土地覆盖分类图

Fig.3 The classification of land use and land coverage in Zuli River basin

表 2 祖厉河流域各土地覆盖类型面积比重

Table 2 The proportion of various land cover type in Zuli River basin

类名	值	1993 年比重/ %	2007 年比重/ %
水浇地	1	1. 89	4. 86
水库	2	0. 02	0. 02
河流	3	0. 41	0. 24
旱地	4	33. 57	20. 39
高覆盖草地	5	20. 77	27. 54
中覆盖草地	6	14. 18	11. 26
低覆盖草地	7	6. 62	21. 71
林地	8	1. 34	2. 21
其它用地	9	21. 20	11. 78

最为发育,发生浅沟的临界坡度介于 15 ~ 20°,平均为 18.2°。中华人民共和国水土保持法规定:禁止在 25° 以上陡坡地开垦种植农作物,而黄土高原丘陵区退耕上限坡度宜控制在发生浅沟侵蚀的临界坡度以下,即在 18.2° 以下。通过这两年曲线比较可以看出退耕还林工作有一定的积极效果,14 年间流域内在临界坡度以上已退耕地还林草面积 214.82 km²;就退耕还林而言,如果只考虑坡度,研究区 2007 年仍需退耕还林草的土地面积为 145.08 km²。

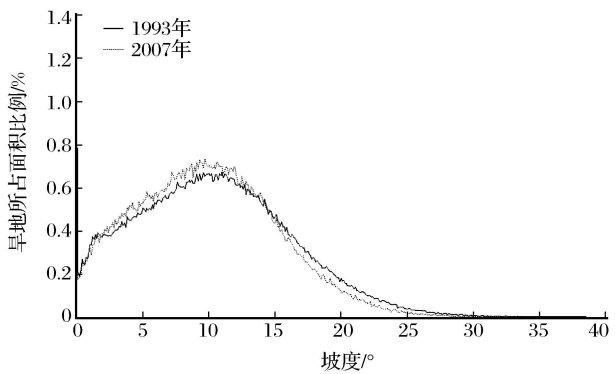


图 4 祖厉河流域旱地分布与坡度的关系

Fig.4 The relationship between the distribution of farmland and the slope in the Zuli River basin

4.2 土地类型的气候特征空间和地形特征空间

土地利用类型的空间分布受自然和人类活动的影响,如果每一种自然和人为变量代表空间的一个方位,则任何一个类型的空间分布是复杂多方位的,本研究仅对主要的土地利用类型的空间分布进行分析。将土地利用类型图与对应的生境图层进行叠置分析,与传统的大量踏点方法相比,不仅可以节省时间和费用,而且会使样本点增加、分析结果更具有代表性。

4.2.1 旱地地形特征空间分析

祖厉河流域位于陇西黄土高原丘陵区,为全国土壤侵蚀严重区。从图 4 可以看出,1993 年和 2007 年坡耕地(旱地)有 70%分布在坡度 5 ~ 20°。唐克丽^[12]研究得出:坡耕地上浅沟侵蚀的发生发展是导致侵蚀量剧增的重要因素。大于 25°的坡耕地浅沟

4.2.2 林地气候特征空间和地形特征空间

林地分布区与降水空间分布进行叠置分析得到研究区林地分布的降水特征空间(见图 5),1993 年 95%的林地分布在 386 ~ 517 mm,2007 年 95%的林地分布在 382 ~ 513 mm,差异很小。

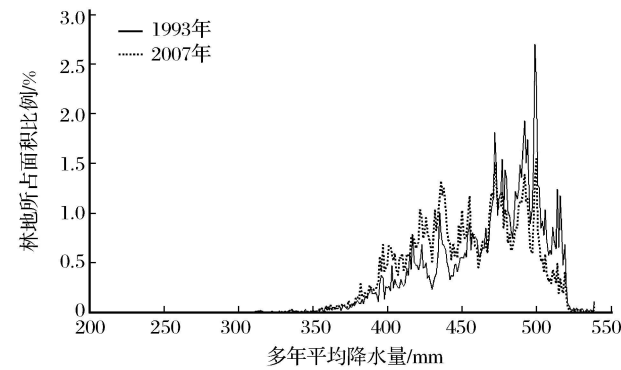
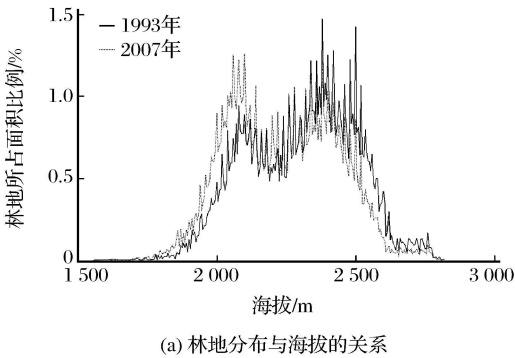
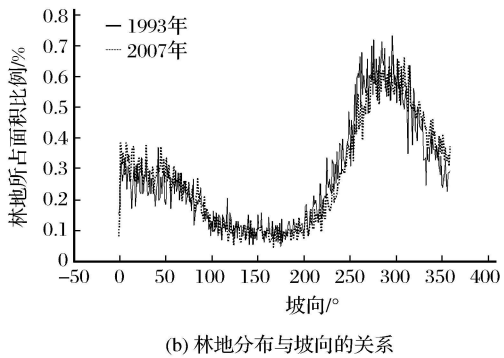


图 5 祖厉河流域林地分布与降水的关系

Fig. 5 The relationship between the distribution of the forest and the precipitation in Zuli River basin



(a) 林地分布与海拔的关系



(b) 林地分布与坡向的关系

图 6 祖厉河流域林地分布与海拔和坡向的关系

Fig. 6 The relationship between the distribution of forest and altitude and aspect in Zuli River basin

400 mm 以下, 树木就难以成活。对于一些特殊情况, 即使降雨量在 400 mm 以下, 由于所处位置的地下水资源比较丰富(如谷地、河流和湖泊两岸), 树木也可以成活, 但是, 树木的耗水量比较大^[13]。从节约水资源的角度来讲, 在 400 mm 降水以下的林地一般以种草为主。对于黄土高原降水量较少的地区(<400 mm), 人工林植被下的土壤干燥化现象, 即所谓土壤干层(低湿层)的形成, 已被多年科学观测所证实。这也就是“植树造林在某些特殊情况下, 也可能在水文上出现不利因素”的佐证^[14]。在流域治理过程中, 由于缺乏植被分布与土壤类型间的关系以及植被与降水资源的关系的了解, 在不适宜区营造一定规模的灌木林和乔木林, 灌木以沙棘和柠条为主, 乔木为小叶杨。因植物蒸腾作用和土壤水分负补偿效应, 导致土壤干层的形成^[15-16], 种植初期生长良好, 随着时间的推移, 人工林多逐渐死亡或成为小老头树, 小老头树在研究区的华家岭表现的比较突出。

4.2.3 草地气候特征空间和地形特征空间

根据土地覆盖分类标准, 将研究区分为高覆盖

研究区林地包括乔木林和灌木林, 调查发现针叶林及中生灌木林多分布在降水量较高的石质山地, 旱生灌木及旱生的落叶阔叶树种乔木林多分布在降水量相对小的黄土区。根据林地分布与海拔和坡向的叠置分析, 可以看出林地的海拔空间有两个峰值即 2 000 ~ 2 200 m 和 2 200 ~ 2 600 m, 并且两条曲线相比较发现, 2007 年曲线相对于 1993 年曲线向左偏移, 这是人工林在低海拔增多的缘故, 主要集中在祖厉河流域东部和月亮山下方有水库的地方; 林地分布的坡向在阴坡半阴坡($250 \sim 360^\circ$)占的比重较大(见图 6), 两年相比差异很小。

根据有关生态学知识, 一般情况, 当降雨量在

草地(覆盖度 $>50\%$)、中覆盖度草地(覆盖度在 $20\% \sim 50\%$)和低覆盖度草地(覆盖度在 $5\% \sim 20\%$)。高覆盖草地一般水分条件较好, 草被生长茂密; 中覆盖度草地一般水分不足, 草被较稀疏; 低覆盖度草地水分缺乏, 草被稀疏。在没有人干扰及现有的环境条件下, 祖厉河流域潜在草地分布研究得出: 低覆盖度草地主要分布在流域的北部, 该区域降水量少、气温高、蒸发量大、水分极端缺乏; 中覆盖度草地分布在流域的中部, 占据面积较大, 由于降水比北部多, 与之相应的植被类型是典型草原; 高覆盖度草地主要分布在流域的南端和北部山地, 降水条件好, 气温低, 土壤水分条件好, 草被生长茂密^[3]。

根据草地分布区与坡度和坡向空间分布的叠置分析发现各类草地的地形特征空间没有明显差异。根据草地分布区与降水空间分布的叠置分析, 发现高、中、低覆盖草地的降水空间由右向左依次移位(图 7), 说明高、中、低覆盖草地的分布区降水量在逐渐减少。但是与潜在草地的空间分布模拟结果比较, 发现低覆盖草地的降水空间向中覆盖草地的空间扩展, 即由北向南扩展; 中覆盖草地也在向高覆盖

草地和低覆盖草地的空间扩展。对比 2007 年和 1993 年曲线图, 可以发现 14 a 内中覆盖草地向低覆盖草地的空间有明显的扩展, 相应的地理位置是祖厉河下游入黄的河道两边。说明人类活动的干扰使

得自然草地的分布格局发生较大的变化, 如过度放牧和人工草地的开发能够使高、中、低覆盖草地交错出现在研究区中, 其总的趋势是草地的覆盖度普遍降低。

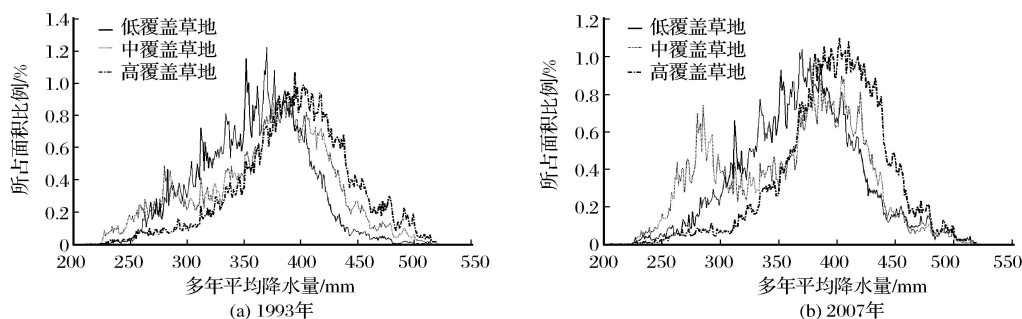


图7 祖厉河流域草地分布与降水的关系

Fig. 7 The relationship between the distribution of grassland and the precipitation in Zuli River basin

5 结 语

祖厉河流域在其面积 10 653 km² 上承载着 133 万人口, 日益强化的人类活动改变了研究区原有的土地覆盖格局。土地垦殖指数在中部和南部高达 40%~50%, 一些地方甚至超过 60%。根据本研究得出如下结论:

(1) 在分类时引入分类精度, 提高了土地利用类型分类的准确度。将土地利用类型图与对应的生境图层进行叠置分析, 与传统的大量踏点方法相比, 显示出节省时间和费用、分析结果具有代表性的优势。

(2) 研究区 1993 年和 2007 年坡耕地(旱地)分别有 74.27% 和 75.83% 在坡度 5~20° 范围内; 经过 14 a 的治理, 研究区内坡耕地退耕还林草工作有一定的成效, 按黄土丘陵区退耕上限的临界坡度(18.2°), 14 a 间已治理坡耕地 214.82 km²; 就退耕还林而言, 如果只考虑坡度, 研究区 2007 年仍需退耕还林草的土地面积有 145.08 km²。

(3) 根据调查, 研究区天然森林已破坏殆尽, 在流域治理过程中, 许多地区大量种植沙棘、柠条, 2007 年 95% 的林地分布在降水量 382~513 mm 之间, 从黄土高原植被分布与降水资源的关系来讲, 在 400 mm 降水以下的林地一般以种草为主; 从林地在海拔上的空间分布可以发现, 14 a 内人工林地有所增多。

(4) 根据草地分布区与坡度和坡向空间分布的叠置分析发现 3 类草地的地形特征空间没有明显差异, 而高、中、低覆盖草地的分布区降水量逐渐减小, 在人类的干扰下, 各类覆盖度草地交错出现, 打乱了自然草原原有的分布格局。在空间序列上低覆盖草

地向中覆盖草地的空间扩展, 即由北向南扩展, 中覆盖草地向高覆盖草地空间扩展, 在时间序列上 14 a 内祖厉河下游入黄处中覆盖草地向低覆盖草地的空间有明显的扩展。

参考文献:

- [1] Yang Xinmin. Study on the Characteristics of Water Environmental in Shrubbery Land of Loess Plateau[J]. Arid Zone Research, 2001, 18(1): 8-13. [杨新民. 黄土高原灌木林地水分环境特征研究[J]. 干旱区研究, 2001, 18(1): 8-13.]
- [2] Sun Changzhong, Huang Baolong, Liu Shuming *et al.* Soil Moisture Dynamics in Forest Land and Wasteland of Loess Plateau[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2000, 11(4): 523-526. [孙长忠, 黄宝龙, 刘淑明, 等. 黄土高原荒坡与林地土壤水分变化规律研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(4): 523-526.]
- [3] Zhao Chuanyan, Feng Zhaodong, Nan Zhongren, *et al.* Modelling of Potential Vegetation in Zulihe River Watershed of the West-central Loess Plateau[J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(1): 52-61. [赵传燕, 冯兆东, 南忠仁, 等. 黄土高原祖厉河流域潜在植被分布模拟研究[J]. 地理学报, 2007, 62(1): 52-61.]
- [4] Weng Zhongming, Jiao Feng, Jiao Juying. Prediction and Mapping of Potential Vegetation Distribution in Yanhe River Catchment in Hilly Area of Loess Plateau[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(9): 1897-1904. [温仲明, 焦峰, 焦菊英. 黄土丘陵区延河流域潜在植被分布预测与制图[J]. 应用生态学报, 2008, 19(9): 1897-1904.]
- [5] Zang Shuying, Gao Yike, Zu Yuangang. Approach on Spatial Relationship between Forest Resources and Forest Site[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2000, 28(5): 120-121. [藏淑英, 高亦珂, 祖元刚. 基于 GIS 的优势树种与地形空间关系格局探讨[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(5): 120-121.]
- [6] Zhong Hongliang, Li Zhixi, Wang Renchao. A Study on Bos Gaurns Readei Habitat Using Multivariate Statistical Tech-

- niques and GIS[J]. Tropical Geography, 2000, 20(1): 152-155. [张洪亮, 李芝喜, 王人潮. 应用多元统计技术和 GIS 技术进行印度野牛生境定量分析[J]. 热带地理, 2000, 20(1): 152-155.]
- [7] Guisan A, Zimmermann N E. Predictive Habitat Distribution Models in Ecology[J]. Ecological Modelling, 2000, 135: 147-186.
- [8] Austin M P. Spatial Prediction of Species Distribution: An Interface between Ecological Theory and Statistical modelling [J]. Ecological Modelling, 2002, 157: 101-118.
- [9] Guisan A, Edwards J T C, Hastie T. Generalized Linear and Generalized Additive models in Studies of Species Distributions: Setting the scene[J]. Ecological Modelling, 2002, 157: 89-100.
- [10] Zhao Chuanyan, Feng Zhaodong, Nan Zhongren. Modelling the Temporal and Spatial Variabilities of Precipitation in Zulihe River Basin of the Western Loess Plateau[J]. Plateau Meteorology, 2008, 27(1): 208-214. [赵传燕, 冯兆东, 南忠仁. 陇西祖厉河流域降水插值方法的对比分析[J]. 高原气象, 2008, 27(1): 208-214.]
- [11] Zhu Wenquan, Pan Yaozhong, He Hao, *et al.* Simulation of Maximum Light Use Efficiency for Some Typical Vegetation Types in China[J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(4): 457-463.
- [12] Tang Keli, Zhang Keli, Lei Alin. Research and Verification of Slope Upper Boundary of Grain for Green Project in Loess Hilly Region[J]. Science Bulletin, 1998, 43(2): 200-203. [唐克丽, 张科利, 雷阿林. 黄土丘陵区退耕上限坡度的研究论证[J]. 科学通报, 1998, 43(2): 200-203.]
- [13] Yang Cunjian, Liu Jiyuan, Zhang Zengxiang, *et al.* Decision-marking on Returning the Dry Upland to Forest or Grass Land with Support of GIS and Remote Sensing in[J]. China Journal of Remote Sensing, 2002, 6(3): 205-211. [杨存建, 刘纪远, 张增祥, 等. 遥感和 GIS 支持下的中国退耕还林还草决策分析[J]. 遥感学报, 2002, 6(3): 205-211.]
- [14] Yang Wenzhi. Soil Water Resources and Afforestation in Loess Plateau[J]. Journal of Natural Resources, 2001, 16(5): 433-438. [杨文治. 黄土高原土壤水资源与植树造林[J]. 自然资源学报, 2001, 16(5): 433-438.]
- [15] Wang Guoliang, Liu Guobin, Zhou Shenglu. Research Advance of Soil Dried Layer on Loess Plateau[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(6): 156-159. [王国梁, 刘国彬, 周生路. 黄土高原土壤干层研究述评[J]. 水土保持学报, 2003, 17(6): 156-159.]
- [16] Chen Hongsong, Shao Mingan, Wang Kelin. Desiccation of Deep Soil Layer and Soil Water Cycle Characteristics on the Loess Plateau[J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(10): 2491-2498. [陈洪松, 邵明安, 王克林. 黄土区深层土壤干燥化与土壤水分循环特征[J]. 生态学报, 2005, 25(10): 2491-2498.]

Land Classification Based on Remote Sensing Data and Analysis of Spatial Distribution in Zuli River Basin

PENG Shou-zhang¹, ZHAO Chuan-yan¹, BIE Qiang²

(1. Key Laboratory of Arid and Grassland Ecology with the Ministry of Education, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2. National Laboratory of Western China's Environmental System, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Taking the Zuli River basin in Loess Plateau of Longxi as the study area, the land classification was carried on using Landsat TM 7 data in 1993 and 2007 respectively. The land use types were combined with topographical data from DEM and the spatial distribution data of multi-annual mean precipitation. The distribution spaces of terrain and climate for farmland, forest land and grassland were obtained. The conclusion can be drawn from the approach: ① the area about 214.82 km² of farmland is controlled in 14 years, and about 145.08 km² of farmland should be converted into grassland and forestland in 2007, because it is located at above the threshold of slope(18.2°); ② forest land is distributed the area where precipitation is between 386 mm and 517 mm, and planted forest is increasing in 14 years; ③ coverage of grass has generally been reduced due to the human activities. To mediate the soil erosion and water loss in this primarily hilly loess area, the vegetation's restoration and reconstruction is very important. The objective of this research will provide the scientific support for returning farmland to forestland or grassland, which will contribute to build the positive cycle of the ecosystem in Zuli River basin.

Key words: Distributed space; Remote sensing; Land classification; Zuli River basin