

区域景观格局变化及生态修复 ——以北京门头沟区为例

吴国玺¹, 喻铮铮¹, 刘良云²

(1. 许昌学院 城市与环境学院, 河南许昌 461000;

2. 中国科学院对地观测与数字地球科学中心, 北京 100190)

摘要: 以1979年和2005年的Landsat TM影像为数据源, 在对其进行几何订正、大气和地形辐射校正的基础上, 采用归一化植被指数和改进的像元二分模型, 对北京市门头沟区的植被覆盖进行了动态遥感监测, 结果表明该区植被覆盖总体上呈下降趋势。在此基础上结合研究区边界矢量文件和DEM数据, 利用GIS技术和生态景观指标分析方法, 定量分析了该区景观面积变化、景观边缘特征和形状特征, 对其植被变化进行了景观生态学评价。针对该区植被覆盖变化的时空特点, 进行了生态修复区划研究, 将全区划分为生态脆弱区、生态控制区、生态协调区、生态稳定区。针对各区划的特点, 分别提出了生态修复合理化建议。

关键词: 遥感; 植被覆盖; 生态修复; 景观特征

文章编号: 1000-0585(2011)07-1227-10

1 引言

近年来, 社会经济的快速发展带来了一系列生态环境问题。如何修复区域景观生态系统, 恢复生态平衡, 是保证区域社会、经济可持续发展的关键。

生态修复是对退化的生态环境系统进行修复, 是在充分尊重生态自然规律的前提下, 通过自然力或人类辅助工程, 根据技术适合、经济可行、社会能够接受的原则, 结合生态系统自身的自适应、自组织和自我调控能力, 使退化的生态系统得以恢复, 有益于可持续发展的生态系统重构或再生过程。早在上世纪70年代, 国外就开始了有关生态修复的研究, 1975年3月, 美国首次召开了“受损生态系统的恢复”国际会议, 对生态修复的原理、概念和特征进行了探讨^[1]; Cairns于1980年主编了《受害生态系统的恢复过程》一书, 从不同角度探讨了受损的生态系统在恢复过程中的重要生态学理论和应用问题^[2]; 1987年Jordan等主编了第一本生态恢复研究的专著《Restoration Ecology》, 全面阐述了生态恢复理论^[3]; 日本、韩国对生态修复的研究也尤为重视, 实施了一系列的生态修复工程, 并取得一定成效。我国的生态修复研究近年来获得了许多理论成果和实践经验, 有许多成功案例。1959年, 中国科学院华南植物研究所的余作岳等在热带沿海侵蚀台地、华

收稿日期: 2010-09-09; **修订日期:** 2011-04-08

基金项目: 北京市自然科学基金资助项目(4071002); 河南省科技厅科技攻关项目(112102310537); 许昌学院科研基金项目(2011B040)

作者简介: 吴国玺(1966-), 男, 河南省汝南县人, 硕士, 教授, 主要从事土地利用及生态修复研究。

E-mail: wgx1217@126.com

喻铮铮(1982-), 男, 河南省信阳人, 硕士, 讲师, 从事3S技术教学及应用研究。

E-mail: ideeyu@sina.com

南退化坡地上开展退化生态系统的植被恢复技术与机理研究,取得了很多成果^[4];陈兴茹等研究了人类活动对河流和湿地生态系统的影响^[5]。董哲仁对保护和恢复河流形态多样性方面进行了研究^[6]。侯湖平等以徐州市为例,对徐州市城北煤矿区生态景观修复进行了研究^[7],卞正富、白中科等利用遥感影像分析矿区土地利用与覆盖变化^[8,9];郭达志、杜陪军对工矿区陆面演变与空间信息技术应用方面进行了研究^[10]。2002年起水利部在全国开展了“水土保持生态修复试点工程”工作,通过试点,探索在不同水土流失类型区开展水土保持生态修复的模式、技术路线、管理机制等研究工作,为全面开展水土保持生态修复工作积累经验。生态修复是当前环境问题研究的热点,已有很多研究成果,但鲜有将植被覆盖变化的时空变化规律与地形数据进行融合分析。在我国北方的自然条件下,地形地貌基本决定了自然状态下的山区植被覆盖的类型、覆盖度的时空变化,本文从植被覆盖的地形地貌入手,应用遥感和地理信息系统技术,为信息时代下的生态修复工作提供参考和支持。

2 研究区概况

门头沟区位于北京市西南部,东经 $115^{\circ}25'00''$ 至 $116^{\circ}10'07''$,北纬 $39^{\circ}48'34''$ 至 $40^{\circ}10'37''$ 之间。东西长约 62km,南北宽约 34km,总面积 1455km^2 。东部与海淀、石景山区为邻,南部与房山、丰台区相连,西部与河北涿鹿县、涞水县交界,北部与昌平、河北怀来接壤。门头沟地处华北平原向蒙古高原过渡地带,地势西北高,东南低,地形骨架形成于中生代燕山运动。其重要的地理位置、地形结构和生态环境现状对生态修复工作提出了新的要求,利用遥感技术对区域生态环境现状进行定量分析不失为一种好的选择^[11~13],也为在其他区域的应用推广提供了科学参考。

根据北京市政府把首都建设成宜居型生态城市的构想,门头沟区要从“京西矿区”转变成“京西生态屏障”,植被是整个生态环境改变中的重要内容之一。门头沟区内山地面积占 98.5%,平原占 1.5%,所以植被覆盖变化很大程度上决定着生态环境的变化。文章以近 30 年来的遥感影像为基础,通过植被覆盖变化分析和区域景观格局分析,因地制宜地为该区生态修复工作提供决策支持。

3 资料来源与研究方法

3.1 资料来源

3.1.1 影像数据 根据植被覆盖的季节性特征,影像选在植被生长稳定的季节为宜,北京地区一般 7、8 月份植被生长较稳定,据此选择了 1979 年 7 月 14 日的和 2005 年 7 月 25 日的 Landsat

表 1 选取的遥感影像及其用途

Tab. 1 The dates and uses of the images used in this paper

轨道号	时相	用途
TM 123/32	1979 年 7 月 14 日	植被覆盖度计算
TM 123/32	2005 年 7 月 25 日	植被覆盖度计算
TM 123/32	1981 年 7 月 10 日	去云处理
TM 123/32	1978 年 6 月 23 日	边界修补
TM 123/32	1991 年 8 月 4 日	去云处理

TM 影像,轨道号为 TM 123/32,均来源于中国科学院遥感卫星地面站。这两景影像年际跨度大,时相接近,适合用来进行植被覆盖监测。由于 2005 年影像在西部有少量不能覆盖,且影像中有少量云层,故另选择几景时相接近的影像来进行边界修补和去云处理。经统计,其边界缺失面积和厚云面积分别为 0.4km^2 和 1.2km^2 ,分别占总面积的 0.03% 和 0.08%,且均集中在西部清水镇和斋堂镇的深山区域,因此边界修补和云处理不会对研究结果有太大影响。本文所用到的影像信息见表 1。

3.1.2 其他数据 研究中用到的其他数据还包括门头沟区 1:10 万数字栅格地形图、门头沟区行政边界以及交通、水系等矢量文件和近年来的社会 and 经济发展数据。

3.2 研究方法 with 数据处理

本文旨在利用遥感和地理信息系统技术,结合长时间序列的卫星影像数据,在对影像数据进行几何订正、辐射订正、去云处理等基础上,利用归一化植被指数和改进的像元二分模型提取研究区在不同时期的植被覆盖度,分析该区植被覆盖在时间上的变化规律,然后应用研究区 DEM 数据,分析该区植被覆盖的地理地貌变化特点,并对其景观特征进行探讨,最后综合以上研究成果对研究区植被覆盖进行区划分析,针对不同的区划提出合理的生态修复方案,为该区开展生态修复工作提供支持。

为了精确提取植被覆盖度,需对影像进行以下处理:

3.2.1 几何纠正 以门头沟区 1:10 万数字地形图为准,通过挑选同名控制点,对 2005 年影像进行配准,控制点一般选在桥梁、水库大坝、道路交叉口、建筑等不变地物处,且尽量分布均匀;针对研究区多为山地,地形变化复杂的特点,在山区多选控制点,并采用双线性重采样及德洛内三角网格纠正方法进行几何校正,精度优于 1 个像素。以校正后的 2005 年影像为准,采用同样的方法对 1979 年、1986 年、1991 年的影像进行配准,精度均优于 0.5 个像元。

3.2.2 大气辐射订正 首先用经验线性法对几何校正后的 2005 年影像进行相对辐射校正。然后以校正好的影像为准,分别对 1979 年、1986 年和 1991 年的影像进行校正。采用不变地物匹配法,通过目视解译,在基准影像和待纠影像上选取辐射不变的地物,一般选取水体、裸土、水坝、植被等作为样本,然后通过对两景影像相同波段的样本进行最小二乘回归,得到待纠影像各个波段的校正系数,对待纠正影像各波段进行校正。

3.2.3 地形辐射订正 由于研究区多为山地,虽说基于植被指数的像元二分法模型对辐射校正不敏感,但为了保证结果的精度,地形辐射校正十分必要。

文章采用统计模型中矩匹配校正方法,算法如下:

$$DN_{result} = (DN - u_{sample}) \frac{\delta_{reference}}{\delta_{sample}} + u_{reference}$$

式中:DN 为待校正影像的 DN 值; u_{sample} 和 δ_{sample} 分别为待校正影像子集的均值和标准差; $u_{reference}$ 和 $\delta_{reference}$ 分别为参考影像子集的均值和标准差^[14]。

在云处理和边界修补时均需进行辐射校正,以减小因修补的影响。文章以 2005 年影像为参考影像,对 1986 年和 1991 年影像进行校正。根据研究区的光照及坡度、坡向等地形信息,在参考影像和待校影像上分别选择子集,并统计其均值和标准差,若云处理或边界修补处为植被覆盖区域,则影像子集也应为植被覆盖区;若为裸土,则选取裸土区,然后利用矩匹配算法对待校正影像各个波段的灰度值进行调整,并通过对比校正后二者的均值和方差来检验结果。

3.2.4 云处理 对将地物信息完全遮挡的厚云层,目前还没有很好的办法去除^[15]。因此研究中采用不同时期时相接近的影像来对云区进行替换的方法来消除厚云层影响,利用 1981 影像对 1979 年影像进行云区替换;利用 1991 年影像对 2005 影像进行云区替换。因影像中云区面积很小,不足研究区面积的 0.1%,且集中在西部山区,因此替换不会对结果产生大的影响。替换前需要对影像进行精确配准,并对需要替换的区域进行矩匹配辐射校正,把替换前后的差异降到最低。

4 植被覆盖时空格局分析

4.1 植被覆盖度的计算

把经过边界修补、去云处理、地形校正、大气辐射订正的 1979 和 2005 年反射率数据分别计算其归一化植被指数 NDVI 值^[16]，算法如下：

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

式中：NIR 和 RED 分别是影像中近红外和红光波段的反射率数据^[17~18]。

然后对影像进行分类和掩膜处理，剔除水体等无效区域。利用像元二分模型计算植被覆盖度^[19, 20]。并对计算后图像进行归一化处理，使 DN 值在 0 到 1 之间。

最后利用门头沟区行政矢量边界进行剪裁，得到门头沟区 1979 年 7 月 14 日和 2005 年 7 月 25 日的植被覆盖度图像，如图 1 所示：

4.2 植被覆盖的时空变化

为研究植被覆盖的时间和空间特点，对覆盖度图像以覆盖度在 0.0~0.2、0.2~0.4、0.4~0.6、0.6~0.8、0.8~1.0 为标准分级^[21]，并对各乡镇覆盖情况进行统计，结果见表 2、表 3。

表 2 不同覆盖等级的面积变化 (km²)

Tab. 2 The area of different vegetation coverage levels					
覆盖度 (%)	0~20	20~40	40~60	60~80	80~100
1979 年	23.4333	49.8726	115.2837	493.0101	760.0635
2005 年	33.8535	55.6857	149.5773	589.1985	604.5534
变化	10.4202	5.8131	34.2936	96.1884	-155.51

由上表可知：(1) 门头沟区植被覆盖整体呈下降趋势，覆盖度从 1979 年的 76.4% 减少为 2005 年的 72.7%；(2) 覆盖度在 60% 以上的区域，在两个时期均较大，说明这个水平比较稳定，是植被覆盖的主体。植被覆盖度在 60% 到 80% 之间的面积增加的原因有二：一是由覆盖度大于 80% 的区域退化而来，二是

已有的生态修复工程起到了作用；(3) 覆盖度在 80% 以上的大面积减少，说明该区植被破坏严重，这与城市化进程的加快、对土地大规模利用、经济增长有很大关系；(4) 各乡镇植被退化程度不一，由于居民地建设和采沙、采石和采煤需大量占用绿地，永定、龙泉、潭柘寺植被退化最严重；军庄是唯一植被覆盖增加的乡镇，这应归功于该乡退耕还林和果林绿化。其他乡镇植被退化平均在 5% 以内，其中妙峰山、王平、大台、斋堂四个中部乡镇植被退化主要包括自然退化和采矿、采石等人为活动因素，特别是京西矿业集团的煤矿基本集中在这 4 个乡镇，并已形成采空区和塌陷区；雁翅、清水两个西部乡镇植被退化主要以自然退化为主，退化幅度相对较小。

为定量分析植被退化和修复的详细情况，对 2005 年和 1979 年的植被覆盖度图像作差值运算，并对其结果按照给定的变化幅度进行密度分割^[22]，得出该区植被覆盖动态变化(表 4)。

表 3 门头沟区各乡镇植被覆盖变化

Tab. 3 The coverage changes in different towns			
乡镇	面积 (km ²)	2005	1979
		覆盖度 (%)	覆盖度 (%)
永定镇	39.1	23.54	38.10
龙泉镇	47.8	34.17	41.10
潭柘寺镇	77.9	56.59	71.02
军庄镇	34.3	60.57	56.82
妙峰山镇	162.1	68.01	72.39
王平镇	24.1	74.15	79.55
大台地区	81.0	77.67	81.85
斋堂镇	377.9	77.72	80.53
雁翅镇	262.5	78.20	79.03
清水镇	333.8	80.13	83.04
平均		72.74	76.42

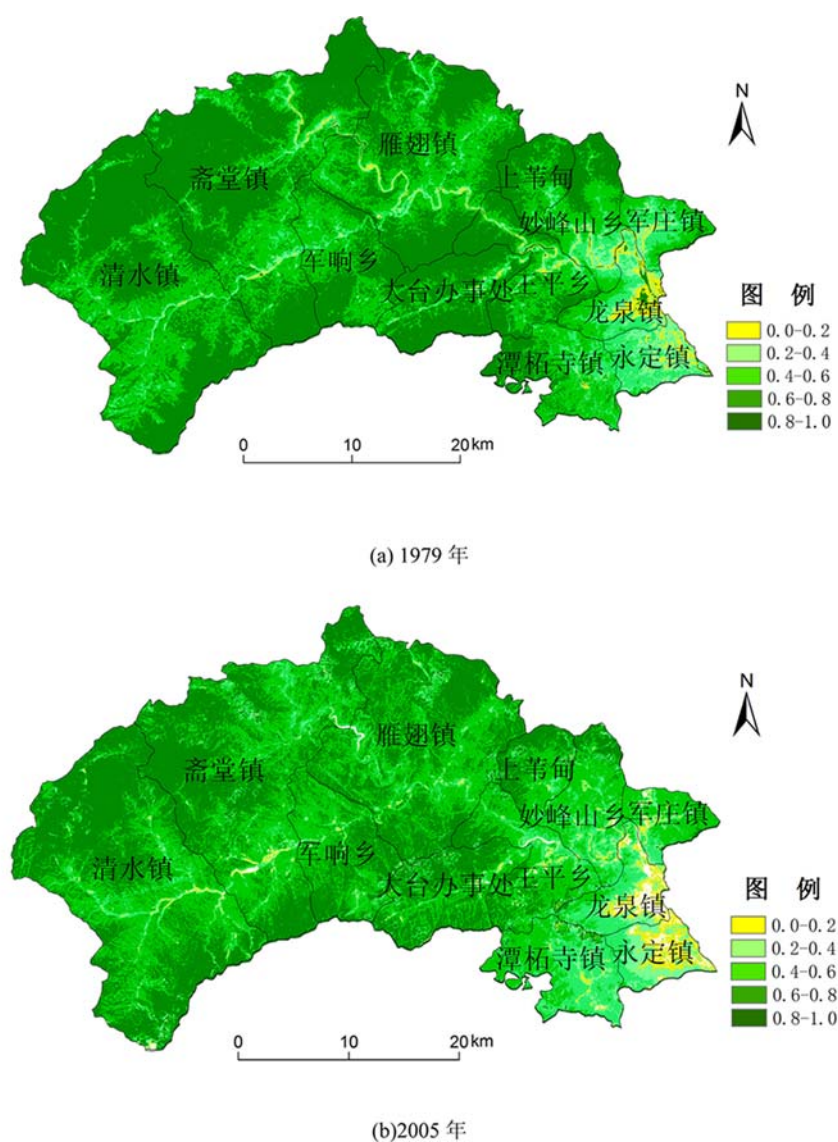


图 1 1979 年、2005 年的植被覆盖度图

Fig. 1 The vegetation coverage image of the years of 1979 and 2005

表 4 门头沟区生态退化分级标准及各植被变化类型的面积 (km^2)

Tab. 4 The standard of vegetation coverage classification in Mentougou District

生态退化分级	严重退化	退化	轻微退化	稳定	轻微恢复	恢复	完全恢复
覆盖度差值	>30%	15~30%	5~15%	$\pm 5\%$	-15~-5%	-30~-15%	<-30%
变化面积	47.89	151.47	383.76	585.78	210.82	53.15	14.83

从上表可以得出：(1) 门头沟区植被覆盖变化以稳定为主，植被覆盖变化小于 15% 的区域占总面积的 82%。(2) 植被退化和严重退化区域以人为活动对生态的破坏为主，集中分布于东南部的永定、龙泉、潭柘寺三个乡镇，然后依次是妙峰山镇和王平镇的采石

矿场破坏区域、农业开发和居民地建设区域以及雁翅、斋堂、清水三个西部乡镇的 109 国道两侧。(3) 植被修复区域的空间特点显著, 且以人工生态修复为主, 首先是 108、109 国道两侧的生态恢复带, 这表明公路、河道的绿化带建设的生态修复成效显著, 其次是军庄镇的生态保护和果林绿化带来成效显著, 最后清水镇、清水河上游的生态移民和封山育林成效显著, 已有成片生态修复区域, 这应该归功于自然力生态修复。

5 区域景观格局变化及特征

景观格局是大大小小的斑块在空间上的特定排列方式, 是许多景观过程长期作用的产物, 同时又对景观过程产生影响。不同的景观格局对景观上的个体、种群、或生态系统的作用差别很大。景观格局指数是定量性描述和研究景观格局的主要方法, 包括景观要素特征指数和景观异质性指数。

根据景观生态学原理, 基于 ARCVIEW3.3 和 FRAGSTATS 软件, 计算了门头沟区 1979 年和 2005 年两期植被覆盖度的景观面积特征指数、景观边缘特征指数、景观形状特征指数, 定量分析了门头沟区的景观格局及景观过程变化特点。

5.1 景观面积特征变化

景观面积是研究景观要素特征的主要参数之一, 它直接影响单位面积的生物量、生产力和养分储量, 以及物种组成和多样性。景观面积特征指数包括景观斑块面积、斑块平均面积、中等斑块面积、最大斑块指数、最小斑块面积、斑块面积的变异系数等。

表 5 门头沟区景观面积特征指数

Tab. 5 The sight area index of Mentougou District

植被覆盖度与 景观类型		年份	类型 面积	斑块数	平均斑 块大小	中等斑 块大小	最大斑 块指数	最小斑 块面积	斑块面积 变异系数
0~0.2	非植被 覆盖	1979	29094775	291	99982	11107	0.3727	576.3	664.5
		2005	48690793	652	74679	5401	0.6522	576.3	1667.2
0.2~0.4	低植被 覆盖	1979	49035566	1038	47240	3600	0.3155	576.3	1216.1
		2005	49779388	2834	17565	2413	0.3199	576.3	1721.8
0.4~0.6	中植被 覆盖	1979	1.12E+08	1742	64211	5400	0.3290	576.3	1572
		2005	1.38E+08	4822	28631	2700	0.5093	576.3	3546
0.6~0.8	较高植被 覆盖	1979	4.97E+08	2044	243166	7027	0.6085	576.3	2830
		2005	6.02E+08	4521	133256	4820	0.7979	576.3	5369
0.8~1.0	高植被 覆盖	1979	7.6E+08	1873	405990	8100	0.3429	576.3	1781
		2005	6.08E+08	3445	176620	5401	0.3274	576.3	2207
0~1.0	景观	1979	1.45E+09	6988	207132	6880	0.2090	576.3	2564
		2005	1.45E+09	16274	88942	3601	0.3321	576.3	4747

由上表可知: 植被覆盖的景观破碎度急剧增加。各个景观级别上, 1979 年的斑块数少于 2005 年的斑块数, 因此, 在相同的景观面积基础上的景观平均斑块面积 1979 年大于 2005 年的平均斑块面积, 1979 年的中等斑块面积大于 2005 年的中等斑块面积, 但 1979 年的最大斑块指数小于 2005 年的最大斑块指数, 因此, 在最小斑块面积相等的基础上, 导致了 1979 年的斑块面积变异系数小于 2005 年的斑块面积变异系数。由上述变化可以看

出，1979 年的景观破碎度小于 2005 年的景观破碎度。

另外，景观生态质量下降显著。在景观类型级别上，在覆盖度小于 80% 的四个覆盖度水平下的景观类型面积 1979 年均小于 2005 年，而在 80% 以上覆盖度水平下的景观类型面积则表现为 1979 年大于 2005 年。因此，研究区景观生态条件的变化，牺牲了高植被覆盖景观类型面积，换取了其他植被覆盖景观类型面积的增加，相对于两个时期的植被平均覆盖度下降，高植被覆盖等级的景观面积下降了 24%，景观生态的质量下降更为严重。

5.2 区域景观边缘变化

景观边缘是景观间以及景观类型间的分界，通过景观边缘可以实现景观及景观类型的切割与分界。生态系统内在边界附近常常会产生边缘效应，受边缘效应影响，边界附近的生物数量、生物生理生态活性及生产力都会发生变化。描述景观边缘特征的指数包括总边缘长度、平均斑块边缘长度、边缘密度等指标。

门头沟区在 1979 年和 2005 年两期覆盖度影像的景观及景观类型的总边缘长度、平均斑块边缘长度、边缘密度三个边缘特征指数如表 6 所示：

表 6 门头沟区景观及景观类型边缘特征指数

Tab. 6 The sight and sight edge index of Mentougou District

覆盖度	0~0.2		0.2~0.4		0.4~0.6		0.6~0.8		0.8~1.0		0~1.0	
年份	1979	2005	1979	2005	1979	2005	1979	2005	1979	2005	1979	2005
总边缘长度	3.9E+5	5.5E+5	9.6E+5	1.3E+6	1.8E+6	2.7E+6	4.6E+6	6.9E+6	3.5E+6	5.3E+6	1.1E+7	1.7E+7
平均边缘长度	1340	837	926	446	1036	563	2273	1531	1883	1551	1621	1032
边缘密度	2.7E-04	3.8E-4	6.6E-4	8.7E-4	1.2E-3	1.9E-3	3.2E-3	4.8E-3	2.4E-3	3.7E-3	7.8E-3	1.2E-2

由上表可以看出，2005 年景观以及各景观类型尺度上的总边缘长度及边缘密度两个指数值均高于 1979 年，说明 2005 年的景观及各植被覆盖景观类型被边界切割程度及其破碎化程度均高于 1979 年。

5.3 区域景观形状特征

由于受到地形、地貌、其他自然因素以及人为因素的影响，景观形状表现不一。斑块的形状能影响物质和能量的迁移、植物的种植、生物的分布及其生产力的变化，对于自然斑块或自然景观来说，景观形状还能影响边缘效应。研究区 1979 年和 2005 年的各景观类型以及景观的面积加权的形状指数和面积加权的平均斑块分维数如表 7 所示：

表 7 门头沟区景观及景观类型形状特征指数

Tab. 7 The sight shape index of Mentougou District

植被覆盖度	0~0.2		0.2~0.4		0.4~0.6		0.6~0.8		0.8~1.0		0~1.0	
年份	1979	2005	1979	2005	1979	2005	1979	2005	1979	2005	1979	2005
形状指数	3.15	4.88	6.49	3.41	6.60	8.89	23.59	38.13	7.33	11.07	12.74	21.65
平均分维数	1.14	1.17	1.21	1.14	1.20	1.20	1.30	1.33	1.21	1.25	1.24	1.27

由上表可知，除低植被覆盖景观类型外，其他植被覆盖景观类型以及景观尺度上的面积加权的形状指数和面积加权的平均斑块分维数 1979 年均低于 2005 年，而低植被覆盖景

观类型则表现相反。除低植被覆盖景观类型外,2005 年门头沟区景观尺度上的斑块形状更为复杂。由于斑块形状及斑块分维数受到地形、地貌、其他自然因素以及人为因素的影响,地貌等自然因素相对固定,因此,影响研究区域景观内斑块形状及其分维数的因素主要来自人为因素。所以,由表 7 的景观内斑块形状指数变化分析可以看出,除低植被覆盖景观类型外,2005 年的景观及各景观类型受到更多人为因素的干扰。

6 区域景观生态修复方案

根据以上定量分析结果,把门头沟区的植被覆盖划分为 4 个等级(图 2),分别为生态脆弱区($\text{coverage} < 40\%$)、生态控制区($40\% < \text{coverage} < 60\%$)、生态协调区($60\% < \text{coverage} < 80\%$)和生态稳定区($\text{coverage} > 80\%$),该分类可以反映出各地植被覆盖的实际情况(表 8),可方便根据各区特点的不同因地制宜地提出生态环境保护和修复方案。

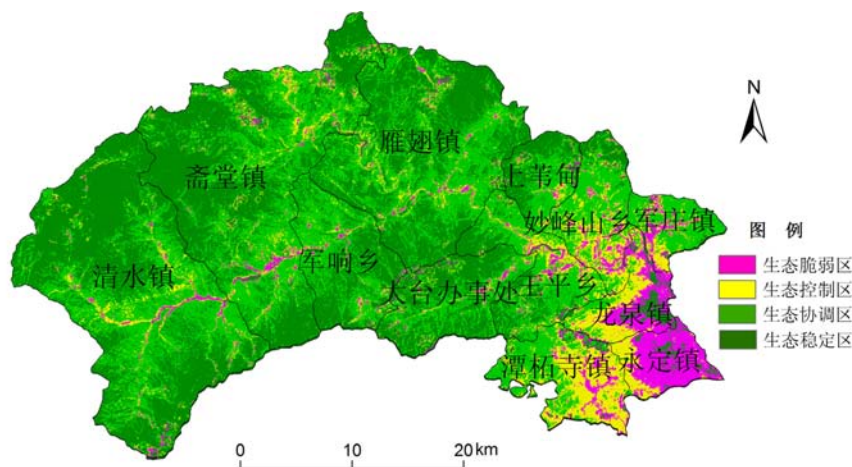


图 2 门头沟区生态区划图

Fig. 2 The ecology regionalization of Mentougou District

以全区的地理地貌特点来看,山地类型居多,适合采取以自然力修复为主,人工修复为辅的方法来进行生态修复,对于平原山地过渡地区和平原区应结合自身特点开展修复工作:

(1) 对于生态脆弱区,由于其特殊的区位特点,主要采取的生态修复方式是人工修复为主。对于东部永定镇、

龙泉镇等城市发展的中心地带,采取城市化建设稳步前进和环保、绿化工作同时开展的方式,在进行规划建设时要充分考虑经济发展和生态环境保护的原则,对因城市建设占用的耕地和造成的生态环境破坏进行相应补偿。另外,可开展生态园区、休闲娱乐、生态经济建设,通过多渠道来修复生态,兼顾环境、经济效益。

(2) 生态控制区主要分布于生态脆弱区与生态协调区之间,属于二者的过渡地带,集中在潭柘寺镇东部、永定镇西部、龙泉镇西部和北部、妙峰山南部、军庄镇西部以及王平中部等地区,其他山地区域也有零星地带,总面积约 155.6km^2 ,占全区总面积的

表 8 各区划面积与比例

Tab. 8 The proportion of each regionalization area

类型	面积 (km^2)	所占比例 / %
生态脆弱区	93.5	6.4
生态控制区	155.6	10.7
生态协调区	611.4	42.0
生态稳定区	594.5	40.9
总计	1455	100.0

10.7%。对这部分区域采取的控制和生态修复方式主要以自然力为主、人工修复为辅,在本身植被覆盖条件较好的地带以自然力修复为主;对立地条件不好、土壤贫瘠、水资源短缺的地段开展人工修复工程;山区和平原的结合带是开展农业生产的集中地,要把开展退耕还林工程和基本农田保护工作结合起来,发展农林复合生产体系;另外,在控制区尽量控制人类破坏性活动,对已开展的有破坏性的人类活动(如采石场、采矿场等)采取有效的治理措施,把部分对生态环境破坏严重的采石场予以关闭,并对破坏后的山体、矿区进行美化治理和生态修复,对于不能恢复生态的裸露山壁、场区,可以开展多种方式的利用、修复工作,例如实行游乐园等休闲设施建设、土地复垦等等,合理利用现有资源,变废为宝。

(3) 对生态协调区主要是以涵养为主,开展封山育林等管理措施,控制人类活动,采取以自然力修复为主的措施,加强巡视和监管,协调退耕还林和基本农田保护的关系;利用人工辅助进行植物多样性建设,维护生态系统的稳定;对土壤贫瘠、水资源短缺的地带要辅以人工生态修复工程,提高生态修复的质量和速度,使水土流失治理和生态环境修复相协调,保证生态协调区向更好的方向发展^[23,24]。

(4) 对生态稳定区主要开展自然力养护,根据实际情况开展一些人工灌溉等辅助工程。西部清水镇灵山由于旅游资源的开发,会使得人类活动增加,因此需要加强管理,在充分利用自然资源增加经济收入的同时采取环境保护措施。

7 结论

本文以讨论了北京市门头沟区域景观格局变化及生态修复问题,主要结论如下:

(1) 对区域植被覆盖度进行计算结合景观生态学评价可以较为全面地反映该区域生态环境的变化趋势和特征,生态修复分区研究可为采取适当的生态修复方式提供依据。

(2) 通过对门头沟区各乡镇的植被覆盖进行统计与相互比较,发现植被退化和严重退化区集中分布于东南部的永定、龙泉、潭柘寺三个乡镇,以人为活动破坏为主;植被修复区域的空间特点显著,以人工生态修复为主,特别是公路、河道的绿化带建设的生态修复成效显著;此外,自然力对植被生态修复也有显著影响,清水河上游的生态移民和封山育林成效显著,已有成片生态修复区域。

(3) 研究区内植被覆盖的景观破碎度急剧增加,景观生态质量下降明显,生态修复应该优先考虑生态脆弱区,其植被覆盖退化的风险较高,而生态修复的难度更大。

参考文献:

- [1] Bradshaw A. The use of natural processes in reclamation-advantages and difficulties. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 51: 89~100.
- [2] 黄铭洪,骆永明. 矿区土地修复与生态恢复. *土壤学报*, 2003, 40(2): 161~170.
- [3] 何建华. 对生态修复有关问题的思考和探讨. *山西水利*, 2005, (6): 61~64.
- [4] 余作岳,周国逸,彭少麟,小良试验站三种地表径流效应的对比研究. *植物生态学报*, 1996, 20(4): 355~362.
- [5] 陈兴茹. 城市河流生态修复浅议. *中国水利水电科学研究院学报*, 2006, 3(4): 226~231.
- [6] 董哲仁. 保护和恢复河流形态多样性. *中国水利*, 2003, 11(9): 53~56.
- [7] 侯湖平,张绍良,闫艳,等. 基于RS、GIS的矿区生态景观修复研究. *中国土地科学*, 2009, 23(8): 62~67.
- [8] 卞正富,张燕平. 徐州煤矿区土地利用格局演变分析. *地理学报*, 2006, 61(4): 349~358.
- [9] 毕如田,白中科,等. 基于RS和GIS技术的露天矿区土地利用变化分析. *农业工程学报*, 2008, 24(12): 201~204.
- [10] 郭达志,杜陪军,盛业华. 卫星遥感信息在矿区非均匀陆面演变研究中的应用. *遥感信息*, 1999, (2): 16~18.

- [11] Gillies R R, Kustas W P, Humes K S. A verification of the 'triangle' method for obtaining surface soil water content and energy fluxes from remote measurements of the Normalized Difference Vegetation Index(NDVI) and surface. *International Journal of Remote Sensing*, 1997, (18):3145~3166.
- [12] 李晓琴,孙丹峰. 北京山区植被覆盖率遥感之徒与景观格局分析—以门头沟区为例. *国土资源遥感*, 2003, (1):23~28.
- [13] 王洁,周跃. 矿区废弃地的恢复生态学研究. *安全与环境工程*, 2005, 12(1):5~9.
- [14] 钟耀武,刘良云,等. 基于矩匹配算法的山区影像地形辐射校正方法研究. *地理与地理信息科学*, 2006, 22(1):31~36.
- [15] 宋晓宇,刘良云,等. 基于单景遥感影像的去云处理研究. *光学技术*, 2006, 32(2):299~303.
- [16] 王坚,张继贤,等. 基于 NDVI 序列影像精化结果的植被覆盖率变化研究. *测绘科学*, 2005, 30(6):43~47.
- [17] 范建友,丁国栋,等. 正蓝旗植被覆盖动态变化的遥感监测. *中国水土保持科学*, 2005, 3(4):54~59.
- [18] 顾祝军,曾志远. 遥感植被覆盖度研究. *水土保持研究*, 2005, 12(2):18~22.
- [19] 陈晋,陈云浩,何春阳,等. 基于土地覆盖分类的植被覆盖率估算亚像元模型与应用. *遥感学报*, 2001, 5 (6):416~422.
- [20] Qi J, Marsett R C, Moran M S, *et al.* Spatial and temporal dynamics of vegetation in the San Pedro River basin area. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2000, (105):55~88.
- [21] 江洪,王钦敏,等. 福建省省长汀县植被覆盖度遥感动态监测研究. *自然资源学报*, 2006, 21(1):126~132.
- [22] 杜自强,王建,李建龙,等. 黑河上游典型地区草地植被退化遥感动态监测. *农业工程学报*, 2010, 26(4):180~185.
- [23] 白云岗,洪传勋,等. 塔里木河下游水土保持生态修复研究. *水土保持研究*, 2005, 12(4):256~259.
- [24] 赵方莹,袁志琼,牛兰兰,等. 门头沟区百花山景区道路边坡近自然生态修复试验研究. *中国水土保持*, 2007(12):49~50.

Research on landscape pattern change and regional ecological restoration: A case study of Mentougou District, Beijing

WU Guo-xi¹, YU Zheng-zheng¹, LIU Liang-yun²

(1. College of Urban and Environment, Xuchang University, Xuchang 461000, Henan, China;

2. Center for Earth Observation and Digital Earth, CAS, Beijing 100190, China)

Abstract: In this paper, we chose two TM images of 1979 and 2005 as data source, based on normalized difference vegetation index and improved pixel binary model. After geometry revision, atmospheric correction and terrain revision with the aid of remote sensing technology, we calculated the vegetation coverage of Mentougou District, and dynamically monitored the vegetation cover changes of this district. The result shows that the vegetation coverage has a downward trend. Then we analyzed the temporal and spatial changes of the vegetation coverage based on the basic geographic information data and DEM data of this district, and studied the landscape ecology characteristics of the changes using GIS technology and ecological landscape indicators by dividing the area into four parts as ecological fragile areas, ecological control area, ecological coordination area and ecological stability area, and based on the characteristics for each division we proposed some suggestions for the ecological restoration, which can provide decision support for the local government to carry out some ecological restoration Projects.

Key words: remote sensing; vegetation coverage; ecological restoration; landscape characteristics