

基于 RS 的北京门头沟植被覆盖时空演变研究

喻铮铮¹, 吴国玺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:应用 RS 技术,以 1979 年和 2005 年的 Landsat TM 影像为数据源,并对其进行边界修补、去云处理、地形校正、大气辐射订正和反射率计算,然后运用归一化植被指数和改进的像元二分模型,分别计算其归一化植被指数 NDVI 及植被覆盖度,对北京市门头沟区的植被覆盖进行动态遥感监测。结果表明:(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% 以上的区域比较稳定,是植被覆盖的主体;(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)由于居民点建设中采沙、采石和采煤占用绿地,永定、龙泉、谭柘寺植被退化最严重;军庄退耕还林和果林绿化是唯一植被覆盖增加的乡镇。其它乡镇植被退化平均在 5% 以内,妙峰山、王平、大台、斋堂四个中部乡镇由于采矿、采石等人为活动,特别是京西矿业集团的煤矿多基本集中在此,使这 4 个乡镇植被退化明显,并形成采空区和塌陷区;雁翅、清水乡植被退化主要以自然退化为主,退化幅度相对较小。

关键词:遥感; 植被覆盖; 像元二分模型; 时空变化

中图分类号: X171.4; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)03-0032-04

Research on Vegetation Coverage Evolution of Mentougou District by Remote Sensing

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

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

2. Center for Earth Observation and Digital Earth Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: In this paper, we chose two TM images of 1979 and 2005 as the data source. After boundary fixing, cloud processing, topographic correction, atmospheric radiation correction, and reflection calculation, based on normalized difference vegetation index and improved pixel binary model, we calculated NDVI and vegetation coverage of these two images, and dynamically monitored the vegetation cover changes of Mentougou district in Beijing. The results showed that: (1) the vegetation coverage showed a downward trend, reduced from 76.4% in 1979 to 72.7% in 2005; (2) the area with coverage more than 60% is relatively stable, which is the main area of this district; (3) the area with coverage over 80% was largely decreased, indicating that there was severe damage to vegetation coverage in these area, the reason must be the rapid urbanization, the large-scale land use and the rapid economic growth; (4) Yongding, Longquan, Tanzhesi, these three towns' vegetation has severe degraded because of the sand mining, quarrying and mining. Junzhuang is the only town whose vegetation coverage increased, the reason is to return farm land to woodland and fruit trees planting. Because of human activities such as mining and quarrying, the vegetation coverage shows a clear degradation of Miaofengshan, Wangping, Datai and Zhaitang, especially the Beijing West Coal Mining Group focus on these four towns. The coverage shows a relatively small degradation, and the natural degradation is dominant in Yanchi and Qingshui.

Key words: remote sensing; vegetation coverage; pixel binary model; spatiotemporal evolution

收稿日期: 2010-10-19

修回日期: 2010-12-08

资助项目: 北京市自然科学基金重点资助项目(4071002); 涌泉行动资助项目(YQEQ05); 河南省教育厅自然科学研究项目(2010B170011)

作者简介: 喻铮铮(1982-), 男, 河南信阳人, 硕士, 讲师, 从事 3S 技术教学及应用研究。E-mail: ideeyu@sina.com

通信作者: 吴国玺(1966-), 男, 河南汝南人, 硕士, 教授, 从事土地利用及生态修复研究。E-mail: wgx1217@126.com

植被覆盖度是指植被的冠层、枝叶在地面的垂直投影面积占研究区域总面积的百分比, 是描述生态系统的重要参数^[1]。它与水土流失、土地沙漠化关系密切^[2-3], 是很多水文和生态模型的重要参数, 也是研究区域或全球性水文、气象、生态等方面问题的基础数据^[4]。能够表征地表植被覆盖状况的指标除了归一化植被指数 (NDVI) 外, 也常用到植被覆盖度 (vegetation fraction)。因此, 通过获取北京地区地表植被覆盖度的时空变化信息, 对于揭示北京地表植被覆盖时空变化规律、分析评价该区域生态环境质量和生态恢复有效性具有重要意义。近年来, 利用遥感手段监测北京地区的植被覆盖研究较多^[5-6], 其中大多是通过 NDVI 直接反映植被覆盖情况, 而利用植被覆盖度监测长时间尺度的植被覆盖演变还鲜有报道。为此, 本文利用 1979–2005 年的 Landsat TM 影像数据, 通过改进的像元二分模型对植被覆盖度进行估算, 分析了门头沟地区植被的时空变化规律, 以期是北京地区生态系统恢复和重建提供决策依据。

1 研究区概况

门头沟区位于北京市西南, 东经 $115^{\circ} 25' 00''$ – $116^{\circ} 10' 07''$, 北纬 $39^{\circ} 48' 34''$ – $40^{\circ} 10' 37''$ 。东西长约 62 km, 南北宽约 34 km, 总面积 $1\,455\text{ km}^2$ 。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^[7-9], 也为在其他区域的应用推广提供科学参考。

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”转变成为“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。本文以近 30 a 来的遥感影像为基础, 通过植被覆盖变化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。

2 数据源及研究方法

2.1 数据资料

2.1.1 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 月、8 月植被生长较稳定, 据此选择 1979 年 7 月 14

日和 2005 年 7 月 25 日的 Landsat TM 影像, 轨道号为 TM 123/32, 均来源于中科院遥感卫星地面站。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。表 1 是所用到的影像信息。

表 1 选取的遥感影像及其用途

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	1986 年 8 月 6 日	边界修补
TM 123/32	1991 年 8 月 4 日	去云处理

2.1.2 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和经济数据。

2.2 数据处理

为了精确提取植被覆盖度, 需对影像进行以下处理。

2.2.1 几何纠正 几何订正是构建几何畸变数学模型来建立原始影像与基准影像的某种对应关系, 把原始影像的像素全部转换到标准影像空间中的对应位置上, 使影像处于适当的投影系统中, 并具有地理坐标。

以门头沟区 1: 10 万数字地形图为基准, 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 年影像为基准, 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。

2.2.2 大气辐射订正 为探测真正的地物变化, 需进行大气辐射校正, 以消除大气吸收与散射、传感器标定、太阳高度角、方位角的影响造成的多时相遥感图像之间的差异。文章采用未变化辐射归一法: 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基准, 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。

2.2.3 地形辐射修正 由于研究区多为山地,遥感影像除受到大气等因素的影响外,还受地形起伏的影响,地形起伏差异使传感器的测量值与地物实际光谱辐射值不一致,即使地表覆盖和生物结构特征相似,其记录信号也有很大差异,严重阻碍了遥感影像的进一步分析应用。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。

本文采用统计模型中矩匹配校正方法,算法如下:

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

式中:DN——待校正影像的DN值; u_{sample} , σ_{sample} ——待校正影像子集的均值和标准差; $u_{reference}$, $\sigma_{reference}$ ——为参考影像子集的均值和标准差^[10]。

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。本文以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。

2.2.4 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^[11]。因此研究中采用不同时期时相接近的影像对云区进行替换的方法来消除厚云层的影响,利用1981年影像对1979年影像进行云区替换;利用1991年影像对2005年影像进行云区替换。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。

2.3 植被覆盖度计算

把经过边界修补、去云处理、地形校正、大气辐射订正的1979年和2005年反射率数据分别计算其归一化植被指数NDVI值^[12],算法如下:

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

式中:NIR, RED——影像中近红外和红光波段的反射率数据^[13-14]。

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^[15-16],并对计算后图像进行归一化处理,使DN值在0~1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(图1-2)。

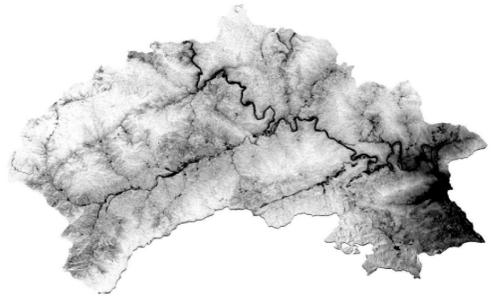


图1 1979年7月14日植被覆盖度图像

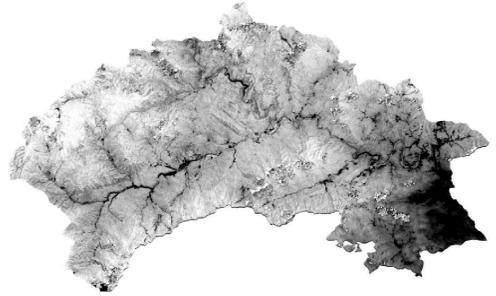


图2 2005年7月25日植被覆盖度图像

3 植被覆盖时空格局分析

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^[17],并对各乡镇覆盖情况进行统计,植被覆盖的时间和空间特征如表2-3所示。

表2 不同覆盖等级的面积变化 km²

时间	覆盖度/ %				
	0~ 20	20~ 40	40~ 60	60~ 80	80~ 100
1979	23.4333	49.8726	115.2837	493.0101	760.0635
2005	33.8535	55.6857	149.5773	589.1985	604.5534
变化	10.4202	5.8131	34.2936	96.1884	-155.51

表3 门头沟区各乡镇植被覆盖变化

乡镇	面积/ km ²	2005 覆盖度/ %	1979 覆盖度/ %
永定镇	39.1	23.54	38.10
龙泉镇	47.8	34.17	41.10
谭柘寺镇	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

由表2-3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。植被覆盖度为60%~80%的面积增加的原因有

二: 一是由植被退化造成的; 另外, 由植被覆盖大于 80% 的区域退化也是原因之一。(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、采石及采煤需大量占用绿地, 永定、龙泉、谭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。其它乡镇植被退化平均在 5% 以内, 其中妙峰山、王平、大

表 4 门头沟区生态退化分级标准

项目	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	±5	- 15~ - 5	- 30~ - 15	< - 30
面积 / km ²	47. 89	151. 47	383. 76	585. 78	210. 82	53. 15	14. 83

4 结论

(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%, 但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) 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、谭柘寺三个乡镇, 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 国道、109 国道两侧的生态恢复带, 这表明公路、河道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, 这应该归功于自然的生态修复。

参考文献:

[1] 马超飞, 马建文, 布和敖斯尔, 等. USLE 模型中植被覆盖因子的遥感数据定量估算[J]. 水土保持学报, 2001, 21(4): 6-9.

[2] 张云霞, 李晓兵, 陈云浩. 草地植被盖度的多尺度遥感与实地测量方法综述[J]. 地球科学进展, 2003, 18(1): 85-93.

[3] 胡良军, 邵明安. 论水土流失研究中的植被因子度量指标[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(1): 40-43.

[4] 章文波, 符素华, 刘宝元. 目估法测量植被覆盖度的精度分析[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2001, 37(3): 402-408.

[5] 张本昀, 何富中, 喻铮铮, 等. 基于 RS 的北京山区植被覆盖变化空间特征[J]. 测绘科学技术学报, 2008, 25(3): 160-163.

[6] 郭锦, 张晓丽, 赵丽琼, 等. 基于 3S 技术的北京市植被覆

盖空间格局变化研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(7): 8264-8266, 8277.

[7] 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[J]. International Journal of Remote Sensing, 1997, 18: 3145-3166.

[8] 李晓琴, 孙丹峰. 北京山区植被覆盖率遥感制图与景观格局分析: 以门头沟区为例[J]. 国土资源遥感, 2003(1): 23-28.

[9] 王洁, 周跃. 矿区废弃地的恢复生态学研究[J]. 安全与环境工程, 2005, 12(1): 5-9.

[10] 钟耀武, 刘良云, 王纪华, 等. 基于矩匹配算法的山区影像地形辐射校正方法研究[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(1): 31-36.

[11] 宋晓宇, 刘良云, 李存军, 等. 基于单景遥感影像的去云处理研究[J]. 光学技术, 2006, 32(2): 301-303.

[12] 王坚, 张继贤, 刘正军, 等. 基于 NDVI 序列影像精化结果的植被覆盖率变化研究[J]. 测绘科学, 2005, 30(6): 43-47.

[13] 范建友, 丁国栋, 关博源, 等. 正蓝旗植被覆盖动态变化的遥感监测[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(4): 54-59.

[14] 顾祝军, 曾志远. 遥感植被覆盖度研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(2): 18-22.

[15] 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[J]. 遥感学报, 2001, 5(6): 416-422.

[16] Qi J, Marssett R C, Moran M S, et al. Spatial and temporal dynamics of vegetation in the San Pedro River basin area [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2000, 105: 55-88.

[17] 江洪, 王钦敏, 汪小钦. 福建省长汀县植被覆盖度遥感动态监测研究[J]. 自然资源学报, 2006, 21(1): 126-132.

[18] 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[J]. 农业工程学报, 2010, 26(4): 180-185.