

遥感和 GIS 支持下的山东省植被覆盖动态变化分析*

田贵全¹, 曲 凯²

(1. 山东省环境监测中心站, 济南 250013; 2. 山东师范大学 人口# 资源与环境学院, 济南 250014)

摘 要: 以 2000 年 LandsatTM 图像和 2004 年中巴资源 2 号卫星(CBERS2) 遥感图像为基本数据源, 利用遥感与 GIS 技术对山东省植被覆盖现状及其动态变化进行监测, 建立山东省植被覆盖遥感监测数据库, 通过空间分析、数量变化分析、区域差异分析、流失流向分析, 对山东省 2000- 2004 年植被覆盖的时空变化进行定量研究。结果表明: 2004 年山东省植被覆盖面积占全省土地总面积的 15. 28%, 山地丘陵区为其集中分布区。2000- 2004 年山东省植被覆盖总的变化趋势是减少的, 但速度缓慢, 植被覆盖变化区域差异明显, 植被覆盖的增加主要来源于耕地, 植被覆盖的减少主要流向于耕地、水域、城乡居民点和工矿用地。

关键词: 遥感技术; GIS 技术; 植被覆盖; 动态变化

中图分类号: S771. 8 文献标识码: A 文章编号: 10023409(2008) 012007204

Dynamic Change of Vegetational Cover in Shandong Province Based on RS and GIS

TIAN Gu2quan¹, QU Kai²

(1. Shandong Central Station of Environmental Monitoring, J ipnan 250013, China;

2. School of P opulation Resource & Environment, Shandong Normal University, J ipnan 250014, China)

Abstract: Based on the Landsat TM imagine in 2000 and the CBERS22 imagine in 2004, the status and dynamic variation of the vegetational cover in Shandong were monitored with RS and GIS technique. The remote sensing monitoring database of vegeta2 tional cover was established and the spatia2temporal feature of vegetational cover was analyzed by the methods of spatial analy2 sis, quantity change analysis, region variance analysis and loss and flow analysis. The result shows that: the area of vegetational cover of Shandong Province was 15. 28% of the total land area in 2004, the hilly region is the centralized distribution. The trend of change on vegetational cover is decreasing, the rate of degradation is slowness and the regional difference was obvious. The increase of vegetational cover is root in reduce of farmland, and which is turn to farmland, water region and residential area.

Key words: remote sensing; geographical information system; vegetational cover; dynamic change

植被是一种重要的自然资源,也是生态环境的重要组成部分,它在维护区域生态平衡和促进区域可持续发展方面发挥着重要作用^[1]。合理开发、利用与保护植被资源一直是我国植被资源研究的重点^[26]。近年来,随着遥感与 GIS 技术的发展,植被资源的动态变化研究将成为今后植被资源研究的一个热点问题^[79],一些学者就此进行了有益探讨^[1011]。山东省的植被资源研究主要集中于山地丘陵区 and 黄河三角洲地区的植物多样性与生态环境保护研究^[1219],而对全省植被资源动态变化的研究尚未见报道。应用 2000 年 Landsat TM 图像和 2004 年中巴资源 2 号卫星(CBERS2) 图像为基本数据源,借助于 GIS 技术,分析山东省植被覆盖的最新变化,探讨山东省植被覆盖变化的原因。对于合理开发、利用与保护植被资源,促进山东省可持续发展具有重要意义。

1 研究方法

1.1 遥感数据源

为了研究山东省植被覆盖动态变化,选用 2004 年中巴资源 2 号卫星(CBERS2) 遥感图像和 2000 年 Landsat TM

图像作为遥感数据源。2004 年山东省中巴资源 2 号卫星(CBERS2)遥感图像共计 30 景,地面分辨率为 19. 5 m,波段为 4,3,2,时相一般要求在 5- 10 月,单景图像平均云量要求小于 10%。2000 年山东省 Landsat TM 图像为以县(市、区)为单位的 Landsat TM 4,3,2 波段合成的 Landsat TM 图像,地面分辨率为 30 m。

1.2 遥感图像处理

2004 年中巴资源 2 号卫星(CBERS2) 遥感图像为单波段黑白图像。应用 Erdas Imagine 8. 5 图像处理软件^[20],将 RGB 4,3,2 波段合成为假彩色图像。根据 2004 年中巴卫星遥感图像每景覆盖范围,选择相应区域 2000 年 LandsatTM 分县图像,利用 Erdas Imagine 8. 5 图像处理软件进行图像镶嵌和图像切割。以 2000 年 LandsatTM 图像为控制影像,选取 10- 25 个地面控制点,应用二次多项式和双线性内插法对图像进行几何纠正,重采样后,误差在一个像元内。

1.3 遥感图像解译

山东省植被覆盖遥感图像解译是与山东省土地利用/ 覆

* 收稿日期: 20021016
基金项目: 山东省环境保护局/ 山东省生态环境遥感监测与评价0 项目子课题
作者简介: 田贵全(1962-),男,山东临沂人,高级工程师,硕士,主要从事生态环境监测与评价研究。

盖遥感解译联系在一起的。根据土地资源分类标准^[21], 结合山东省的实际状况, 将山东省的土地利用/覆盖类型划分为耕地、林地、草地、水域、城乡居民工矿用地和未利用土地等 6 种一级类型。将土地利用/覆盖类型再进一步划分为水田、旱地、有林地、灌木林地、疏林地、其它林地、高覆盖草地、中覆盖草地、低覆盖草地、河渠、湖泊、水库坑塘、海涂、滩地、城镇用地、农村居民点用地、工矿用地、沙地、盐碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石砾地和其他未利用土地等 22 种次一级类型。植被覆盖是指有林地、灌木林地、疏林地、其它林地、高覆盖草地、中覆盖草地和低覆盖草地等 7 种植被覆盖类型。这 7 种植被覆盖类型的解译划分标准如表 1 所示。

根据植被的影像特征及其地理分布特点, 应用 Arcgis 8.3 软件^[22] 进行植被类型判读、矢量数据处理和数据统计分析, 建立植被覆盖遥感监测数据库。

表 1 山东省植被覆盖遥感监测分类系统

植被覆盖类型	释 义
有林地	郁闭度> 30%的天然林和人工林。包括用材林、经济林、防护林等成片林地
灌木林地	郁闭度> 40%、高度在 2 m 以下的矮林地和灌丛林地
疏林地	郁闭度为 10%~ 30%的稀疏林地
其它林地	未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地(果园、桑园、茶园、热作林园等)
高覆盖草地	覆盖度> 50%的天然草地、改良草地和割草地。此类草地一般水分条件较好, 草被生长茂密
中覆盖草地	覆盖度在 20%~ 50%的天然草地和改良草地, 此类草地一般水分不足, 草被较稀疏
低覆盖草地	覆盖度在 5%~ 20%的天然草地, 此类草地水分缺乏, 草被稀疏, 牧业利用条件差

1.4 精度分析

为了验证遥感影像判读的正确性, 需要进行野外核查。根据山东省自然环境分异规律、人类活动的特征及信息提取过程中遇到的问题, 在每个县级行政区选择 1~ 2 个典型地物核查点, 共计 180 个位点, 其中包括 57 个植被类型核查点。在每个地市级行政区选择 2~ 3 个边界核查点, 共计 42 个点位, 其中包括 17 个植被覆盖边界核查点。核查结果是典型地物核查点判读准确率为 96. 5%, 边界点判读准确率为 94. 1%, 其中植被类型和植被覆盖边界点判读准确率均为 100%。

2 植被覆盖空间分布格局及其时空变化分析

2.1 植被覆盖空间分布格局

根据遥感解译结果, 2004 年山东省植被覆盖面积为 245. 03 hm², 占全省土地总面积的 15. 28%, 其中林地和草地面积分别为 100. 36 hm² 和 144. 67 hm², 分别占全省土地总面积的 6. 41%和 9. 24%。植被的空间分布主要集中在鲁中南山地丘陵区、鲁东山地丘陵区 and 黄河三角洲平原区等 3 个区域(图 1)。鲁中南山地丘陵植被分布区主要包括济南南部、泰安、莱芜、淄博中南部、临沂、潍坊西部、济宁东部和枣庄等地, 植被分布面积为 130. 38 hm², 占全省植被覆盖总

面积的 53. 21%。鲁东山地丘陵植被分布区主要包括胶东半岛及青岛南部、日照等地, 植被分布面积为 92. 92 hm², 占全省植被覆盖总面积的 37. 92%。黄河三角洲平原植被分布区主要包括滨洲和东营的北部, 植被分布面积为 16. 05 hm², 占全省植被覆盖总面积的 6. 55%。

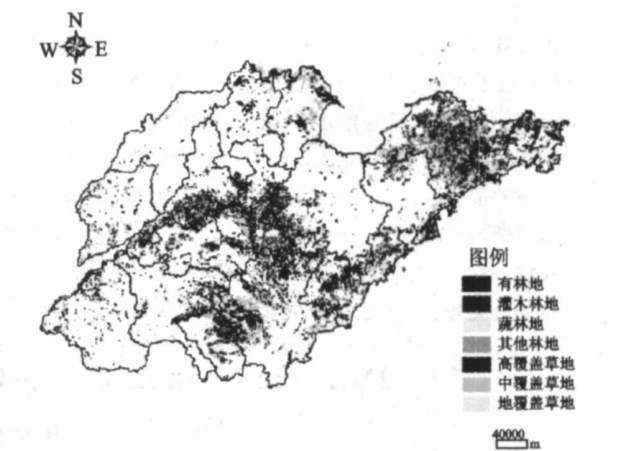


图 1 2004 年山东省植被覆盖空间分布

2.2 植被覆盖动态变化分析

为了分析对比 2000- 2004 年间山东省植被覆盖变化特征, 应用植被覆盖变化动态度来定量研究^[23], 它包括单一植被覆盖变化动态度和综合植被覆盖变化动态度^[5]。

单一植被覆盖变化动态度用于表征区域某种植被类型变化的速度, 其定义的数学模型为

$$R_{\text{单}} = \frac{U_b - U_a}{U_a} @ \frac{1}{T} @ 100\%$$

式中: U_a, U_b))) 时间段 a 与 b 之间的某一种植被类型的数量; T))) 时间段 b- a。当 T 设定为年时, $R_{\text{单}}$))) 研究时段内某一植被类型的年变化率。

综合植被覆盖变化动态度用于表征区域植被变化的速度, 其定义的数学模型为

$$R_{\text{总}} = [\frac{\sum_{i=1}^n \$LU_{i,j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i}] @ \frac{1}{T} @ 100\%$$

式中: LU_i))) 监测起始时间第 i 类植被类型面积; $\$LU_{i,j}$))) 监测时段内第 i 类植被类型转为其他土地利用类型面积的绝对值; T))) 监测时段长度, 当 T 设定为年时, $R_{\text{总}}$ 的值就是该研究区植被类型年变化率。

山东省单一植被覆盖变化动态度和综合植被覆盖变化动态度数学模型的计算结果如表 2 所示。表 2 统计结果表明, 山东省植被覆盖动态变化具有以下 2 个主要特点:

(1) 山东省植被覆盖面积减少。2000- 2004 年山东省林地面积减少了 6 340. 88 hm², 其中有林地面积增加了 1 892. 05 hm², 灌木林地、疏林地和其他林地面积分别减少了 996. 89, 1 272. 92 和 5 963. 12 hm²。草地面积减少了 27 740. 29 hm², 其中高覆盖草地、中覆盖草地和低覆盖草地面积分别减少了 2 284. 89, 16 731. 29 和 8 724. 11 hm²。

(2) 山东省植被覆盖面积动态变化幅度不大。2000- 2004 年间山东省综合植被覆盖变化动态度只有 0. 19%, 有林地、灌木林地、疏林地和高覆盖草地等 4 种植被覆盖类型

的单一植被覆盖变化动态度都不大于综合植被覆盖变化动态度。其它林地、中覆盖草地和低覆盖草地单一植被覆盖变化动态度分别为- 2. 19%,- 0. 52%和- 0. 64%。这说明山东省植被覆盖面积变化幅度小、变化速度缓慢。

表 2 2000- 2004 年山东省植被覆盖变化数量统计

植被覆盖类型		植被覆盖面积变化量/ hm ²	单一植被覆盖变化动态度/%	综合植被覆盖变化动态度/%
林地	有林地	1892. 05	0. 08	
	灌木林地	- 996. 89	- 0. 14	
	疏林地	- 1272. 92	- 0. 19	
	其它林地	- 5963. 12	- 2. 19	0. 19
草地	高覆盖草地	- 2284. 89	- 0. 18	
	中覆盖草地	- 16731. 29	- 0. 52	
	低覆盖草地	- 8724. 11	- 0. 64	

2.3 植被覆盖变化区域差异分析

为了分析对比 2000- 2004 年间山东省植被覆盖变化的区域差异特征,应用植被覆盖指数来定量研究^[8]。植被覆盖指数是指区域内植被覆盖面积占土地总面积的比例,其定义的数学模型为

$$I = \frac{E_{a_i}}{A} @ 100 (E_{a_i} [A)$$

式中:I))) 区域植被覆盖指数,为研究方便,将其扩大 100 倍;a_i))) 区域内植被覆盖面积;A))) 区域土地总面积。

根据植被覆盖指数,可定义植被覆盖指数变化模型为

$$SI_{b-a} = I_b - I_a = \frac{E_{a_{ib}} - E_{a_{ia}}}{A} @ 100$$

式中:I_b, I_a))) b 时间和 a 时间区域内的植被覆盖指数;\$ I_{b-a}))) 在时间段 a 与 b 之间的植被覆盖指数变化量;T))) 时间段 b- a。

应用上述植被覆盖指数变化模型,以县级行政区为基本单元,计算 2000- 2004 年山东省 107 个县级行政区(在遥感图像解译过程中将各区级行政单位合并为市辖区)的植被覆盖指数变化量,制作山东省植被覆盖指数变化分布图(图 2)。在图 2 中将植被覆盖指数变化量 \$ I_{b-a} \$ 分 5 级, \$ I_{b-a} > 0 \$ 为植被覆盖增加区, \$ I_{b-a} < 0 \$ 为植被覆盖减少区, \$ | I_{b-a} | \$ 与植被覆盖变化幅度成正比。

从图 2 可以看出,2000- 2004 年间山东省植被覆盖变化的区域差异具有以下 2 个主要特点:

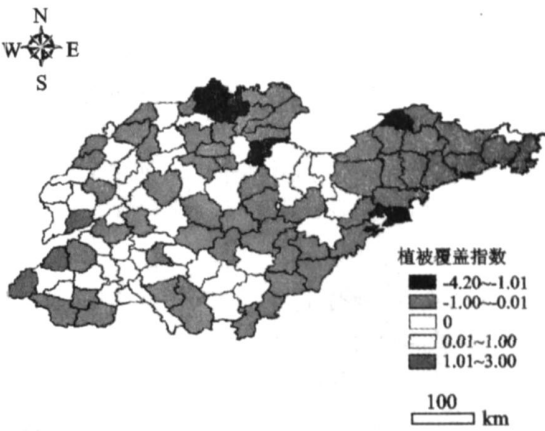


图 2 2000- 2004 年山东省植被覆盖指数变化分布

(1)植被覆盖变化区域差异比较明显。在 107 个县级行政区中, \$ I_{b-a} I [- 4. 20, - 1. 01] \$ 的有 5 个, \$ I_{b-a} I [- 1. 00, - 0. 01] \$ 的有 53 个, \$ I_{b-a} = 0 \$ 的有 24 个, \$ I_{b-a} I [- 0. 01, 1. 00] \$ 的有 22 个, \$ I_{b-a} I [1. 01, 3. 00] \$ 的有 3 个。

(2)植被覆盖变化幅度区域差异不大。在 107 个县级行政区中, \$ I_{b-a} I [- 1. 00, 1. 00] \$ 的有 99 个, 占县级行政区总数的 92. 52%;在植被覆盖指数发生变化的 83 个县级行政区中, \$ I_{b-a} < 0 \$ 的有 63 个, 占其总数的 75. 90%。

2.4 植被覆盖变化流向分析

为了进行 2000- 2004 年山东省植被覆盖变化流向分析,应用 ArcGIS 软件对 2000 年与 2004 年山东省土地利用数据进行叠加比较,统计其土地利用类型动态变化(表 3)。

表 3 统计结果表明,减少的林地主要流向于耕地、水域、城乡居民点和工矿用地,增加的林地主要来源于耕地。2000 - 2004 年林地面积净增加了 5 550. 63 hm², 主要原因是耕地有很大一部分转变为如苗圃、果园的其他林地,占到耕地转变为林地的 61. 53%。减少的草地主要流向于水域、城乡居民点和工矿用地,而增加的草地主要来源于耕地和水域,其中耕地为最主要来源,2000- 2004 年间草地面积净减少 28 025. 36 hm², 其中转化为城乡居民点和工矿用地 21 544. 62 hm², 占草地面积净减少的 76. 88%。

表 3 2000- 2004 年山东省植被覆盖变化流向分析统计

流向	耕地	林地	草地	水域	城乡居民 工矿用地	未利用地	合计
林地流向其他	6442. 78	-	68. 34	1054. 35	1316. 71	0	8882. 18
其他流向林地	14138. 52	-	205. 09	83. 54	0	5. 66	14432. 81
林地净增加量	7695. 74	-	136. 75	- 970. 81	- 1316. 71	5. 66	5550. 63
草地流向其他	692. 42	205. 09	-	6674. 33	21544. 62	219. 47	29335. 93
其他流向草地	647. 82	68. 34	-	586. 73	7. 68	0	1310. 57
草地净增加量	- 44. 6	- 136. 75	-	- 6087. 6	- 21536. 94	- 219. 47	- 28025. 36

3 结 论

(1)应用遥感和 GIS 技术,建立山东省植被覆盖遥感监测数据库,对 2000- 2004 年山东省植被覆盖进行了空间分析、数量变化分析、区域差异分析和流失流向分析,探讨了山东省植被覆盖变化的原因。这对于合理开发、利用与保护植被资源,促进山东省可持续发展具有重要意义。

(2)山东省植被覆盖面积仅占全省土地总面积的 15. 28%, 主要分布在 3 个区域:鲁东山地丘陵区、鲁中南山地丘陵区 and 黄河三角洲区。其中山地丘陵区为植被集中分布区。

(3)山东省 2000- 2004 年间综合植被覆盖变化动态度为 0. 19%, 单一植被覆盖变化动态度中其他林地最高, 为 - 2. 19%, 有林地最低, 为 0. 08%。

(4)在遥感监测的 107 个行政区区中,有 58 个行政区区的植被覆盖指数变化量小于 0,24 个行政区区的植被覆盖指数变化量等于 0,25 个行政区区的植被覆盖指数变化量大于 0,植被减少最多的县是沾化县,其植被覆盖指数变化量为 - 4.20,植被增加最多县的是鄄城县,其植被覆盖指数变化量为 2.95。

(5)植被覆盖的增加主要来源于耕地,植被覆盖的减少主要流向于耕地、水域、城乡居民点和工矿用地。

参考文献:

[1] 张金屯. 植被资源与可持续发展[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 1998(4): 8284.

[2] 张金屯. 论生物多样性保护与持续发展[J]. 经济地理, 1999(2): 71276.

[3] 刘彦随, 陈百明. 中国可持续发展问题与土地利用/ 覆被变化研究[J]. 地理研究, 2002(3): 5265.

[4] 高志强, 刘纪远, 庄大方. 中国土地资源生态环境质量状况分析[J]. 自然资源学报, 1999(1): 9297.

[5] 孙惠南. 近 20 年来关于森林作用研究的进展[J]. 自然资源学报, 2001(5): 1217.

[6] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996: 292324.

[7] 高志海, 李增元, 魏怀东, 等. 基于遥感的民勤绿洲植被覆盖变化定量监测[J]. 地理研究, 2006(4): 2237.

[8] 王思远, 张增祥, 周全斌, 等. 遥感与 GIS 支持下的中国森林植被动态变化分析[J]. 资源科学, 2002(5): 6269.

[9] 刘少军, 李天富, 陈汇林, 等. 基于时态 GIS 的植被 ND2 VI 动态监测的模拟方法研究[J]. 水土保持研究, 2006(4): 162170.

[10] 蔡运龙. 土地利用/ 土地覆被变化研究: 寻求新的综合

途径[J]. 地理研究, 2001(6): 229.

[11] 何春阳, 陈晋, 陈云浩, 等. 土地利用/ 覆盖变化混合动态监测方法研究[J]. 自然资源学报, 2001(3): 5266.

[12] 刘红. 山东省生物多样性的区域性与经济协调发展初探[J]. 环境与开发, 1996(2): 1219.

[13] 张宪强, 张治国, 张淑萍, 等. 山东昆崙山植物区系初步研究[J]. 植物研究, 2003(4): 1092116.

[14] 陈冲, 思培峰. 昆崙山珍稀濒危植物资源及保护[J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2004(S2): 162170.

[15] 郑纪庆, 陈彤彤, 刘颖, 等. 山东徂徕山植物区系的研究[J]. 武汉植物学研究, 2006(1): 2232.

[16] 樊宝敏, 马玉增, 张军. 泰山植被的保护、改造、利用建议[J]. 环境保护, 1996(9): 2227.

[17] 李宝华. 青岛崂山植被调查报告[J]. 防护林科技, 2004(S1): 1412143.

[18] 邵秋玲, 解小丁, 李法曾. 黄河三角洲国家级自然保护区植物区系研究[J]. 西北植物学报, 2002(4): 227231.

[19] 邢尚军, 郝金标, 张建锋, 等. 黄河三角洲植被基本特征及其主要类型[J]. 东北林业大学学报, 2003(6): 8287.

[20] 党安荣, 王晓栋, 陈晓峰, 等. Erdas Imagine 遥感图像处理方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.

[21] 田光进, 庄大方, 刘明亭. 近 10 中国耕地资源时空变化特征[J]. 地球科学进展, 2003, 18(1): 3235.

[22] 党安荣, 贾海峰, 易善峰, 等. ArcGis 8 Desktop 地理信息系统应用指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.

[23] 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(1): 8287.

(上接第 74 页)

的 89%;而构树在样地 1 中高度超过 15 m 的个体占总株数的 23%,样地 2 中高度超过 15 m 的个体占样地总株数的 39%,在样地 9 和样地 6 分中都占 12%。

5 结论与讨论

(1)幕府山矿区废弃地自然恢复的构树林内,组成树种数量较少。在 800 m² 的样地内只有 16 种,乔木树种更为单调,主要有构树、刺槐和朴树。在 2 400 m² 的样地内共有树木 509 株,主要以中幼龄树木为主。

(2)群落的个体数量(DBH \ 1 cm)在层次分布上具有明显的自上而下的递增趋势。DBH < 10 cm 的个体占总株数的 80%,其中 DBH < 5 cm 的个体占总株数的 56%。

(3)群落中树木个体径级分布范围较窄,低径级个体占的比重大,说明群落具有良好的演替潜力。

(4)群落建群种和共建种在垂直结构上主要有 2 种动态趋势类型,一是属于近期进展种构树和朴树,二是衰退种刺槐。因此,构树可以作为幕府山矿区恢复的重要树种,刺槐

作为先锋树种种植也是可行的,同时应该与其他当地树种进行混交,更有利于群落的稳定。目前朴树还不属于建群种和共建种,是入侵比较晚的树种,在群落中,朴树种群个体主要集中在低年龄阶段,在幕府山废弃矿区自然恢复的次生群落未来的演替中,朴树将起重要的作用。在幕府山废弃矿区植被恢复过程种,可以把构树和刺槐作为首选树种,同时朴树可以作为次要树种,进行混交,这样既可以保证植被恢复的成功,也可以使恢复的群落维持相对稳定。

参考文献:

[1] 刘国华,舒洪岚,张金池. 南京幕府山构树种群的空间分布格局[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2005, 29(1): 102106.

[2] 刘国华,舒洪岚,张金池. 南京幕府山构树群落种群动态的研究[J]. 安全与环境学报, 2003, 3(6): 18220.

[3] 刘国华,舒洪岚,张金池,等. 南京幕府山矿区废弃地植被恢复模式研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(1): 1412144.