

文章编号: 1004-4353(2018)02-0183-06

基于遥感和 GIS 的珲春市生态环境 动态监测与评价

周昊昊, 冯恒栋*

(延边大学 理学院, 吉林 延吉 133002)

摘要: 为动态监测珲春市生态环境,选取人类活动、土壤和植被 3 个评价指标,通过层次分析法确定各评价指标的权重并建立了生态环境评价体系.利用 1996 年 9 月、2004 年 5 月和 2015 年 9 月 3 个时期的 Landsat 遥感影像图,提取了 3 个对应期的土地利用数据、植被覆盖度数据以及土壤侵蚀数据.通过叠加分析得到这 3 个时期的生态环境状况综合指数数据.数据显示:这 3 个时期占比例最大的生态指数分别为“优”(48.02%)、“良”(46.91%)和“良”(48.38%),说明珲春市总体生态环境质量良好;3 个时期的生态指数呈“优”的地区面积逐渐减少,生态指数呈“良”、“中”和“差”的地区面积逐渐增长,说明珲春市的整体生态环境呈下降趋势.

关键词: 遥感;地理信息系统;评价指标;生态环境;动态监测

中图分类号: TP79

文献标识码: A

Based on remote sensing and geographic information system in dynamic monitoring and evaluation of ecological environment for Hunchun city

ZHOU Haohao, FENG Hengdong*

(College of Science, Yanbian University, Yanji 133002, China)

Abstract: In order to dynamically monitor the ecological environment in Hunchun city, three evaluation indexes of human activity, soil and vegetation are selected, the weights of each evaluation index through analytic hierarchy process (AHP) is determined, and the evaluation system of ecological environment is established. Based on the Landsat remote sensing images of September 1996, May 2004 and September 2015, the land use data, vegetation coverage data and soil erosion data of three corresponding periods are extracted. Through the overlay analysis, the comprehensive index data of the ecological environment in the three periods were obtained. The ecological indexes with the largest proportion of the three periods are “best” (48.02%), “good” (46.91%) and “good” (48.38%), indicating that the overall ecological environment in Hunchun city is of good quality; In the three periods, the area with the best ecological index gradually decreased and the area with good, medium and poor ecological index gradually increased, indicating that the overall ecological environment of Hunchun city showed a downward trend.

Keywords: remote sensing; geographic information system; evaluating indicator; ecological environment; dynamic monitoring

区域生态环境是区域经济社会可持续发展的
核心和基础,其状况评价是区域资源合理开发利

用、制定区域经济社会可持续发展规划和生态环境
环境保护对策的重要依据^[1].珲春市作为长吉图开

发开放的核心区域,近年来随着经济的快速发展,其生态环境不断发生变化,这给该地区经济社会的可持续发展带来诸多影响,因此有必要对该地区近些年的环境变化进行监测和分析.目前,对于珲春市生态的研究主要是以定性分析为主^[2],而对珲春市生态环境进行动态监测和定量评价的研究还未见报道.

传统的生态环境监测方法仅仅局限于对单因子的测定与评价,达不到精确监测的目的.遥感技术(remote sensing,RS)因具有大面积同步观测、信息量大以及动态监测等优点,近年来已成为研究资源开采、环境变化等问题的重要手段^[3].地理信息系统(geographic information system,GIS)在地理数据存储、计算、分析和显示等功能方面具有较大的优势,在地理国情普查、环境污染监测等研究中得到广泛应用.目前,RS与GIS相结合的方法已成为监测生态环境质量的重要手段之一^[4-5].基于此,本文以珲春市为研究区,将人类活动、植被和土壤3个要素作为自然生态环境的评价因子建立生态环境评价体系,以此评估珲春市生态环境的动态变化及其驱动机制.

1 研究区概况与数据源

1.1 研究区概况

珲春市地处东经 $129^{\circ}52'$ ~ $131^{\circ}18'$ 、北纬 $42^{\circ}25'$ ~ $42^{\circ}30'$,面积为 $5\,145\text{ km}^2$,人口为22.7万^[6].珲春市东部、南部和北部主要为山地,西部为珲春河冲积平原.图们江和珲春河是珲春市境内的2条主要河流.珲春区域内的自然植被主要以针叶林和针阔混交林为主,气候属于中温带海洋性季风气候.

1.2 数据源

珲春市1996年9月和2004年5月的Landsat 4-5 TM数据和2015年9月的Landsat 8遥感数据来自<http://glovis.usgs.gov/>网站,这3个时期影像图的分辨率均为30 m.珲春市数字高程模型(DEM)来自<https://www.nasa.gov/>网站,分辨率为30 m;珲春市行政区划图来自<http://www.sbsm.gov.cn/>网站.

2 研究方法

2.1 遥感环境专题信息提取

2.1.1 土地利用分类信息提取 土地利用变化与人类活动密切相关,土地利用方式和强度在一定程度上反映了人类活动对自然生态系统干扰的性质和过程^[7].根据2015年8月国家颁布的《土地利用现状分类》标准,结合珲春市野外考察的实际情况,本文将珲春市的土地利用类型分为水田、旱地、草地、林地、水体、建设用地和未利用地7类.然后,利用ERDAS IMAGINE软件,采用最大似然法对研究区3个时期的影像进行监督分类.最后,利用混淆矩阵对分类结果进行精度评价,得到3个时期影像的总体分类精度均在85%以上.3个时期的土地利用情况如图1所示.由图1可知:珲春市土地利用类型主要以林地为主,其次为旱地和水田(季节性植被覆盖).3个时期的各个土地利用类型都有变化,其中建筑用地的扩张最为明显.

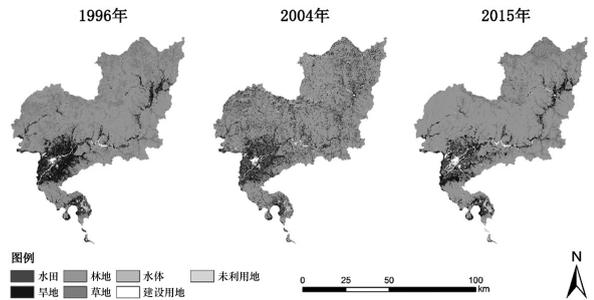


图1 珲春市土地利用分类图

2.2.2 植被覆盖度信息提取 植被覆盖度是衡量植物群落覆盖地表状况的一个综合性量化指标,也是评估一个区域生态环境状况的重要指标^[8].目前,有很多提取植被覆盖度的方法,其中像元二分模型法因具有操作简单、精度较高、适用于大尺度范围等优点被广泛应用.

归一化植被指数(NDVI)是衡量植被生长状态及植被覆盖度的重要指示因子^[9].根据像元二分模型的原理得到的植被覆盖度公式为

$$f_g = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{vag} - NDVI_{soil}}, \quad (1)$$

其中 f_g 为植被覆盖度, $NDVI_{soil}$ 为完全是裸土或无植被覆盖区域的NDVI值, $NDVI_{vag}$ 为完全由

植被覆盖像元的 NDVI 值。

根据式(1),利用 ERDAS IMAGINE 软件的模型生成器 (Model Maker) 工具,得到珲春市 3 个时期的植被覆盖度图,如图 2 所示.由图 2 可知:珲春市植被覆盖度高的地区占比很大;3 个时期的植被覆盖度均出现变化,即山地地区逐年退化,低植被覆盖度地区逐渐增多.珲春南部地区植被覆盖变化不是很大,生态环境保持较好.这与该地区多为旅游用地有关.总体上,珲春市区的建设用地、河谷和湿地的植被覆盖度较低,而林地植被覆盖度较高.

2.2.3 土壤侵蚀信息提取 影响土壤侵蚀的各种因素中,地形坡度、土地利用类型和植被覆盖状况对土壤侵蚀的影响最为显著^[10].根据土壤侵蚀

分类分级标准(SL190-2007)^[11]可知,珲春市主要属于水力侵蚀类型区,因此可用土地利用类型、植被覆盖度和坡度作为水力侵蚀的判别指标(见表 1)对珲春市的土壤侵蚀强度进行分析.

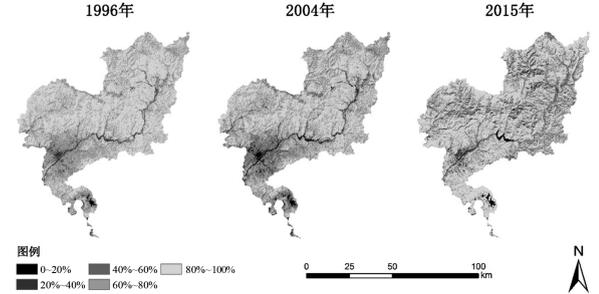


图 2 珲春市植被覆盖度图

表 1 水力侵蚀强度的分级指标

植被覆盖度		不同坡度下的侵蚀强度				
		5~≤8°	8~≤15°	15~≤25°	25~35°	≥35°
非耕地林草覆盖度/%	≥60%~75%	轻度	轻度	轻度	中度	中度
	≥45%~60%	轻度	轻度	中度	中度	强度
	≥30%~45%	轻度	中度	中度	强度	极强度
	<30%	中度	中度	强度	极强度	剧烈
耕地及其他土地利用类型	坡耕地	轻度	中度	强度	极强度	剧烈
	水体	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度
	居民区	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度
	未利用地	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度

利用 ArcGIS 软件,根据 DEM 数据提取坡度数据,并与土地利用图、植被覆盖度图进行空间叠加分析,得到珲春市土壤侵蚀等级图,如图 3 所示.由图 3 可知,珲春市土壤侵蚀主要发生在北部地区,这是因该区海拔较高,旱地多以坡耕地为主.其他区域由于地势平坦、植被覆盖度高,土壤侵蚀不是很显著.

2.3 生态环境评价体系的建立

根据主导性原则、可操作性原则和实用性原则^[12],选取人类活动、土壤和植被 3 个因素作为评价指标.确定评价指标后,为了统一各种指标量纲,对参评因子进行量化处理,使指标分值分布在 0~100 之间.

1) 土地利用类型分级赋值.根据珲春市具体情况将土地利用分为 7 级,并按人类活动对生态环境的影响程度及各类型的生态效益进行赋值.各土地利用类型的赋值分别为:林地为 90;草地为 85;水体为 78;水田为 60;旱地为 52;建筑用地为 30;未利用地为 20.人类活动对生态环境影响程度越大,生态效益的分值越小,反之越大.

2) 植被覆盖度分级赋值.按照植被覆盖度的多少,将其分为 5 级.第 1 级为[0%~20%],分值为 20;第 2 级为(20%~40%],分值为 40;第 3 级

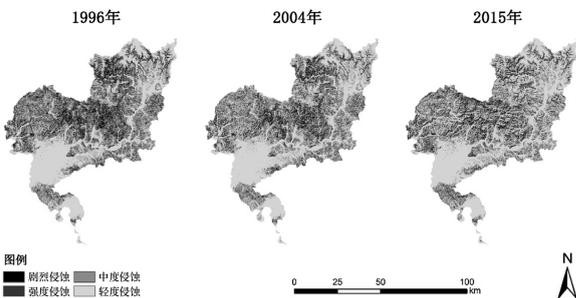


图 3 珲春市土壤侵蚀强度分级图

为(40%~60%],分值为 60;第 4 级为(60%~80%],分值为 80;第 5 级为(80%~100%],分值为 95.植被覆盖度高的分值大,反之则小.

3)土壤侵蚀强度分级赋值.将研究区得到的土壤侵蚀图按等级分类,其中轻度侵蚀为 85;中度侵蚀为 65;强度侵蚀为 40;剧烈侵蚀为 20.等级越高,分值越低.

2.4 生态环境状况综合评价

2.4.1 综合评价模型的建立 选定评价指标后,需要进一步确定各指标的权重.本文利用专家经验和层次分析法对各个指标与生态环境的相关性强弱进行分析,最终确定人类活动指数权重为

0.35,植被覆盖度指数权重为 0.33,土壤侵蚀指数权重为 0.32,即生态环境状况综合指数=0.35×人类活动指数+0.33×植被覆盖度指数+0.32×土壤侵蚀指数.

2.4.2 生态环境状况等级划分 根据综合评价模型,利用 ArcGIS 软件对各个指标数据进行空间分析,得到研究区生态环境状况综合指数数据,并将生态环境状况划分为优、良、中、差 4 个等级.各等级具体代表的生态状况意义,如表 2 所示.按照表 2 标准,对珲春市生态环境综合指数重分类,得到 3 个时期的生态环境状况综合指数分级图,如图 4 所示.

表 2 珲春市生态环境状况等级划分

	优(≥80)	良(70~80)	中(60~≤70)	差(≤60)
意义描述	自然生态环境基本未受到破坏,结构合理,抗干扰和恢复能力强	自然生态环境基本未受到破坏,结构比较合理,抗干扰和恢复能力较强	自然生态环境受到破坏,能维持自身基本功能,具有一定的抗干扰能力	自然生态环境较严重破坏,生态系统脆弱,抗干扰能力差

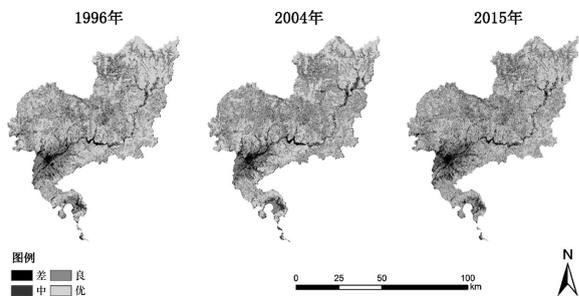


图 4 珲春市生态环境综合指数分级图

3 结果与分析

3.1 珲春市生态指数的空间格局

由图 4 分析得出,珲春市大部分地区生态指数处在“良”和“优”等级之间,主要位于珲春市的

东南部、东北部和西北部.该区域植被覆盖度高,生物多样性丰富,人类活动对自然生态环境的破坏程度低,水土保持较好.由表 3 可以看出,1996 年“优”等级地区面积最大,占珲春市面积的 48.02%,表明该期珲春市自然生态环境较好,生态破坏较少.2004 年和 2015 年“良”等级地区面积最大,分别为 46.91%和 48.38%,说明珲春市生态环境质量呈现退化趋势.珲春市西部耕作区的生态指数为“中”等级,这是因为该区有大量旱地和水田,土壤侵蚀相对较为严重.珲春市区和部分裸地的生态指数为“差”等级.这 3 个时期“中”等级和“差”等级地区面积比例都很小,表明珲春市这 3 个时期的生态环境总体良好.

表 3 珲春市 1996 年、2004 年、2015 年各生态指数面积及比例

生态指数等级	1996 年		2004 年		2015 年	
	面积/km ²	所占比例/%	面积/km ²	所占比例/%	面积/km ²	所占比例/%
优	2 431.18	48.02	2 159.87	42.67	1 951.22	38.54
良	2 084.00	41.17	2 374.96	46.91	2 449.23	48.38
中	436.72	8.63	397.44	7.85	520.65	10.28
差	110.58	2.18	130.21	2.57	141.46	2.80

3.2 珲春市生态指数的年际变化

由表 4 知,1996 年到 2004 年期间,变化幅度最大的是“差”等级地区,增幅为 17.75%;从变化面积上看,“良”等级地区面积增加最为明显,“优”等级地区面积减少迅速,这主要是因为不断的森林砍伐、草地退化等因素导致一些“优”等级地区转化成了“良”等级地区。2004 年到 2015 年期间,

变化幅度最大的是“中”等级地区,增幅为 31.00%,这主要是因为这一阶段农田开垦较多;“良”等级地区变化幅度最小,仅为 3.13%。从近 20 年总体的变化来看,“差”等级地区变化幅度最大,增幅达 27.92%,其主要分布在珲春市区、河道周边及高海拔山区;面积变化最显著的是“优”等级地区,减少了 479.96 km²。

表 4 珲春市各生态指数在不同年份的变化

生态指数等级	1996 年和 2004 年比较		2004 年和 2015 年比较		1996 年和 2015 年比较	
	面积/km ²	变化速率/%	面积/km ²	变化速率/%	面积/km ²	变化速率/%
优	-271.30	-11.16	-208.65	-9.66	-479.96	-19.74
良	290.96	13.96	74.27	3.13	365.23	17.53
中	-39.29	-9.00	123.21	31.00	83.92	19.22
差	19.63	17.75	11.25	8.64	30.88	27.92

3.3 驱动力分析

自然因素和人为干扰及社会经济等因素会导致区域土地利用结构发生变化,进而影响生态系统的服务功能^[13]。由表 5 可以看出,在 1954—2014 年间,珲春市的平均气温逐渐升高,降水量逐渐减少,这直接导致了湿地、草地和林地的面积逐渐减少,退化的荒地逐渐被开垦为耕地,由此使得耕地面积大幅度增加。

表 5 1954—2014 年珲春市的平均气温和降水量^[6]

年份	平均气温/℃	降水量/mm
1954	5.00	613.30
1970	5.30	467.80
1985	5.60	405.00
1996	6.30	424.80
2006	6.40	527.00
2014	7.40	457.20

相比气候条件的影响,人为干扰和社会经济因素在珲春市生态环境变化过程中起到关键性作用。1996—2015 年,珲春市人口由 21 万余人增加至 22 万余人,人口虽未大量增长,但人均生产总值由 4 034 元增加到 62 639 元,增加了 15.53 倍。经济的快速增长使得大量的土地被开发利用,由此使得珲春市的生态环境持续恶化。近年来,随着建设生态珲春政策的实施(退耕还林、还湿政策等)及生态保护区的建立,林地和湿地面积减少速

度减缓,生态环境状况趋于平稳。

4 结论

本文将 RS 和 GIS 相结合,利用 1996 年 9 月、2004 年 5 月和 2015 年 9 月 3 个时期的珲春市 Landsat 遥感影像数据,选取人类活动、土壤和植被 3 个评价指标,通过层次分析法确定评价指标的权重,建立了珲春市生态环境综合评价模型,并分析了珲春市生态环境质量的动态变化和驱动机制。研究结果表明:

1)空间分布上,珲春市 3 个时期占比例最大的生态指数为“优”、“良”、“良”等级,分别为 48.02%、46.91%、48.38%,主要分布在珲春市北部等大部分地区,这里林业资源丰富,生态结构稳定,人为干扰较小,说明研究区总体环境质量良好。

2)时间动态变化上,1996 年到 2004 年期间,变化幅度最大的是“差”等级地区,增幅为 17.75%;2004—2015 年期间,变化幅度最大的是“中”等级地区,增幅为 31.00%;1996—2015 年期间,变化幅度最大的是“差”等级地区,增幅达 27.92%。从变化面积上,3 个时期占比例最大的生态指数为“良”、“优”、“优”等级,分别为 290.96、-208.65、-479.96 km²。

3)虽然珲春市总体生态指数处在良好的范围

内,但环境质量呈现下降趋势.珲春市在今后的发展过程中,针对自然因素和人为因素引起的生态环境恶化,应积极采取有力措施,如严控非农建设用地的扩张,加强对水资源、矿产资源和土地资源的保护,发展旅游业等.本研究结果可为珲春市今后的生态保护与绿色发展提供参考,但是生态环境是一个复杂的系统,由于本研究的评价指标完全是基于遥感技术提取的,没有结合诸如大气环境等因素,这一定程度地影响了研究区生态环境状况的准确程度,因此今后将结合更好的实地调查和验证,得出更加准确的研究结果.

参考文献:

[1] 王根绪,钱鞠,程国栋.区域生态环境评价(REA)的方法与应用—以黑河流域为例[J].兰州大学学报,2001,37(2):131-140.

[2] 单丹,韩笑.吉林省珲春市生态环境保护规划研究[J].中国资源综合利用,2014,32(2):45-49.

[3] 梅安新.遥感导论[M].北京:高等教育出版社,2001:284-285.

[4] 张衍华,毕建杰,高珂歆,等.基于遥感和GIS的泰安市生态环境评价及动态监测研究[J].山东气象,2012,32(1):1-5.

[5] 王钊齐,李建龙,杨悦,等.基于遥感的城市生态环

境质量动态变化定量评价—以江苏省宜兴市为例[J].宁夏大学学报(自然科学版),2017,38(3):294-301.

[6] 珲春市地方志编纂委员会.珲春年鉴[G].吉林:吉林文史出版社,2015.

[7] 邹亚荣,赵晓丽,张增祥,等.我国低山丘陵区水土流失生态环境背景分析[J].山地学报,2002,20(2):176-181.

[8] 温小乐,姜兴强,徐涵秋.基于TM影像的长乐市植被覆盖度变化研究[J].遥感信息,2013,28(6):56-61.

[9] Gutman G, Ignatov A. The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models[J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(8):1533-1540.

[10] 陈利顶,张淑荣,傅伯杰,等.流域尺度土地利用与土壤类型空间分布的相关性研究[J].生态学报,2003,23(12):2497-2505.

[11] 中华人民共和国水利部. SL190-2007,土壤侵蚀分类分级标准[S].北京:中国水利水电出版社,2008:3-12.

[12] 王栋.遥感和GIS在生态环境动态监测与评价中的应用[D].太原:太原理工大学,2009.

[13] 刘吉平,赵丹丹,田学智,等.1954—2010年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力[J].生态学报,2014,34(12):3234-3244.

(上接第 133 页)

[9] Lu Xinhua, Zhang Jinjuan, Liang Hong, et al. Chemical constituents of *Angelica Sinensis* [J]. Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences, 2004, 13(1):1-3.

[10] 任源.没食子化学成分及溃结安灌肠剂的研究[D].乌鲁木齐:新疆医科大学,2005:10.

[11] Azizuddin, Choudhary M I. Compounds isolated from *Tannacetum polycephalum* [J]. Turkish Journal of Chemistry, 2008,32(2):201-204.

[12] 管珂,过立农,郑健,等.民族药材青阳参的化学成分研究[J].中国中药杂志,2016,41(1):101-105.

[13] Yu J Q, Xian Y X, Geng Y L, et al. Anti-liver cancer constituents from the thorns of *Gleditsia sinensis* [J]. Phytochemistry Letters, 2015, 13(4):343-347.

[14] 金朝娜.浙江蜂胶的化学成分研究[D].大连:大连理工大学,2008:52-53.

[15] 何江波,刘光明,程永现.蜂房化学成分研究[J].中草药,2011,42(10):1905-1908.

[16] 周先礼,吴奶珠,黄帅,等.藏药樱草杜鹃中的酚类

成分[J].中国药学杂志,2012,47(2):95-97.

[17] Zong Y, Lowell K, Ping J A, et al. Phenolic constituents of *Rhodiola coccinea*, a Tibetan folk medicine[J]. Planta Medica, 1991,57(6):589.

[18] 罗旭璐.樟叶越桔原植物及其组织培养系的化学成分分析[D].昆明:西南林业大学,2015:38-39.

[19] Lycka A, Hansen P E. Deuterium isotope effects on ¹³C and ¹⁵N nuclear shielding in *o*-hydroxyazo dyes [J]. Magnetic Resonance in Chemistry, 1984,22(9):101-115.

[20] 李明月,木敏,张庆华,等.木橐内生真菌菌株 ZD6 及其代谢产物的抑菌活性[J].菌物学报,2010,29(5):739-745.

[21] 张倩.天山花楸枝叶化学成分的研究[D].乌鲁木齐:新疆医科大学,2012:23-26.

[22] 毛媛.东紫苏中木犀草苷的分离及其生物活性研究[D].上海:上海海洋大学,2016:22-24.

[23] 杨爱梅,鲁润华,师彦平.藏药圆穗兔耳草中的黄酮类化合物[J].中国药学杂志,2007,42(19):1459-1461.