

· 环境预警 ·

安徽省“十二五”生态环境遥感监测

徐升¹, 牛志春^{2*}, 钱贞兵¹

(1. 安徽省环境监测中心站, 安徽 合肥 230071; 2. 江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

摘要:利用2011—2015年安徽省遥感影像土地利用类型解译数据,结合地面调查和统计资料,依据生态环境状况评价系统对安徽省“十二五”期间生态环境状况进行动态监测与评价。结果表明,“十二五”末安徽省各市生态环境状况等级为“优”的有4个市,为“良”的有12个市;“十二五”期间,各市等级均保持不变;“十二五”始末相比,有8个市生态环境状况变化度为“略有变好”等级,生态环境状况波动度为“波动”级别,其余8个市的变化度为“无明显变化”等级,波动度为“稳定”级别;省域EI增加了0.76,生态环境质量呈现稳中向好的趋势。

关键词:十二五;生态环境;遥感监测;安徽省

中图分类号:X87

文献标志码:B

文章编号:1674-6732(2016)05-0006-04

Remote Sensing Monitoring of Ecological Environment in Anhui Province during the 12th Five-Year Period

XU Sheng¹, NIU Zhi-chun^{2*}, QIAN Zhen-bing¹

(1. Anhui Environmental Monitoring center, Hefei, Anhui 230071, China; 2. Jiangsu Environmental Monitoring center, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

Abstract: The dynamic ecological environment in Anhui province during the 12th five-year period was monitored and evaluated according to the ecological environment evaluation system. The evaluation was based on the remote sensing data from 2011 to 2015 combined with ground survey and statistics data. The results showed that at the end of the 12th five-year period, there were 4 cities possessing “excellent quality” of the ecological environment, and 12 cities possessing “good quality” of the ecological environment. During the period, the quality level of each city remained stable. Comparison of the beginning and end of the 12th five-year period, there were 8 cities whose ecological environment were slightly improved with the ecological environment variation level as “fluctuation”. The rest 8 cities remained basically unchanged with the variation level as “stable”. The provincial EI had an increase of 0.76, which indicated stable improvement of the ecological environmental quality.

Key words: 12th Five-year; Ecological environment; Remote sensing; Anhui province

“十二五”期间,安徽省经济社会发展迈上了新台阶,全省生产总值由12 263亿元增加到22 056亿元,城镇化率由43.7%提升到50.5%,人口由6 800万增加到6 949万。经济的快速增长,城市化进程的日益加快,庞大的人口总量给生态环境造成了巨大的压力,与此相应,安徽省生态环境状况发生了一定的变化。

现对安徽省2011—2015年生态环境状况进行动态评价研究,目的在于监测和评价安徽省区域范围内生态环境系统结构在人类和自然因素共同作用下的变化状态和变化规律,从而为生态文明建设提供决策支持。

生态环境的复杂性、层次性和多变性,决定了对其质量状况进行评价的难度^[1-4]。现在“十二五”土地利用类型卫星遥感解译数据的基础上,利用同年水资源量、降水量、土壤侵蚀和主要污染物排放量等数据,根据环境保护部发布的《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192—2015),对安徽16个市级行政区生态环境状况进行监测和评价。

收稿日期:2016-06-02;修订日期:2016-06-29

基金项目:环保公益性项目生物多样性保护优先区域绿色发展机制和模式研究(201309039)

作者简介:徐升(1980—),男,工程师,硕士,从事生态监测、环境遥感应用研究工作。

* 通讯作者:牛志春 E-mail:niuzhc@jshb.gov.cn

1 研究区概况

安徽省位于我国中东部,地处南北过渡气候带,东临长江三角洲经济区,西接中原腹地,地理位置 $29^{\circ}41'—34^{\circ}38'N$, $114^{\circ}54'—119^{\circ}37'E$ 。东西宽约450 km,南北长约570 km,面积 $14.01 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。长江和淮河横贯,把全省划分为三部分:淮河以北平原坦荡,长江与淮河之间为大别山区和起伏的丘陵,江南为丘陵和山地。全省地势西高东低,南高北低,境内平原、山地、丘陵、台地、水面分别占全省总面积的49.6%、15.3%、14.0%、13.0%和8.1%。安徽属内陆省份,大致以淮河为界,北部为暖温带半湿润季风气候,南部为亚热带湿润季风气候,南北热力差异显著。

2 土地利用类型遥感影像解译

2.1 遥感影像数据

2011年土地利用覆盖类型遥感解译应用的卫星数据源为14景Landsat 5 TM影像,空间分辨率为30 m;2012年应用的卫星数据为110景ZY-102CP/MS影像,空间分辨率为10 m;2013—2015年应用的卫星数据为14景Landsat 8 OLI影像,空间分辨率为15 m。

2.2 遥感影像处理

遥感影像记录下来的信息非常丰富,数据量很大,要有效地利用这些影像数据,须对其进行处理,提取所需的信息^[5-8]。

2.2.1 几何校正

受传感器平台的纬度、高度、速度变化的影响,以及受诸如全景畸变、地球曲率和传感器在扫描中所具有的非线形特征等多种因素的影响,原始图像的几何畸变很大,给图像解译带来了困难,因此,遥感数据在由接收部门进行校正后,仍需进一步作几何精校正。遥感图像的几何精校正是利用地面控制点(GCP)进行的,控制点的选取以地图作地面控制点标准,使用1:10 000和1:50 000的地形图,选取20~30个明显地物点,误差控制在0.5个像元以内。

2.2.2 影像多波段合成与融合

彩色合成影像能显示较丰富的地物信息或突出某一方面的信息,有利于多波段图像的解译^[1]。将影像的特定波段分别赋红、绿、蓝色,合成后的信息量大,波段之间的相关性小,可以达到较好的解译效果,突出丰富的地物信息,包括水体、植被、土

壤、城区、山区、平原及线形特征等。Landsat 8 OLI还需要进行全色波段和多光谱的融合,以获取色彩信息丰富且空间分辨率高的彩色合成影像。

2.3 遥感解译分类体系

土地分类采用全国三级分类系统:一级分为6类,二级分为25类,主要根据土地经营特点、利用方式和覆盖特征分类;耕地根据地形特征进行三级划分,即进一步划分为平原、丘陵、山区和坡度 $>25^{\circ}$ 的耕地。

2.4 遥感解译方法与要求

由于当前自动解译软件系统局限性大,不能满足本评价所需的土地利用类型数据精度和准确度要求,故2011—2015年用地类型信息识别采用基于人工智能的综合解译技术,以专家判读为主,利用GIS的空间分析功能进行多影像对比分析,综合运用直接判读法、对比分析法、信息复核法和综合推理法等方法判读。地类图斑矢量化则采用人工目视线划方式开展。

针对不同时期、不同空间分辨率的遥感影像数据源,通过全省优于0.5 m空间分辨率高分卫星及航拍影像,结合大量实地勘察,对各种地类开展遥感与实际地物对照训练,获取并积累解译人员的经验,并建立各地类遥感解译标志数据库,从而保障不同数据源的土地利用类型解译质量。

判读提取目标地物的最小单元是依据区域生态环境状况评价尺度,结合人眼识别最小地物的限制,确定遥感影像上面状地物 $>90 \text{ m} \times 90 \text{ m}$ 的地类需要提取出来,线性地物 $>60 \text{ m} \times 120 \text{ m}$ 的地类应提取出来,地类图斑线划描述精度 <2 个象元,且线形圆润。

2.5 遥感解译成果

按照解译精度要求,对2011—2015年5个年份卫星影像进行了人机交互的目视解译,获取了大量土地覆盖类型矢量数据,每年度获取土地利用/覆盖类型图斑18万~20万个。每年对解译数据进行地面核查,核查点数量 ≥ 400 个。根据核查情况看,每年度的遥感解译各图斑要素和边界吻合度的精度均较高:一级分类 $>95\%$,二级分类 $>90\%$,三级分类 $>85\%$,满足县级及以上尺度的生态环境状况评价需求。

3 生态环境状况评价指标及计算方法

生态环境状况评价利用生态环境状况指数(EI)反映区域生态环境的整体状态,指标体系包

括生物丰度指数、植被覆盖指数、水网密度指数、土地胁迫指数、污染负荷指数5个分指数。

3.1 生态环境状况指数(EI)

生态环境状况指数(Ecological Index, EI) = $0.35 \times \text{生物丰度指数} + 0.25 \times \text{植被覆盖指数} + 0.15 \times \text{水网密度指数} + 0.15 \times (100 - \text{土地胁迫指数}) + 0.10 \times (100 - \text{污染负荷指数})$ 。

生态环境状况指数的数值范围为0~100,0为最差,100为最好。其中,生物丰度指数评价区域内生物的丰贫程度,利用生物栖息地质量和生物多样性综合表示;植被覆盖指数评价区域植被覆盖的程度,利用评价区域单位面积归一化植被指数(NDVI)表示;水网密度指数评价区域内水的丰富程度,利用评价区域单位面积河流总长度、水域面积和水资源量表示;土地胁迫指数评价区域内土地质量遭受胁迫的程度,利用评价区域内单位面积水土流失、土地沙化、土地开发等胁迫类型面积表示;污染负荷指数评价区域内所容纳的环境污染压力,利用评价区域单位面积所容纳的污染负荷表示。

3.2 生态环境状况分级

根据生态环境状况指数,将生态环境状况分为5级,即优、良、一般、较差和差,见表1。

表1 生态环境状况分级

级别	优	良	一般	较差	差
指数	$EI \geq 75$	$55 \leq EI < 75$	$35 \leq EI < 55$	$20 \leq EI < 35$	$EI < 20$

3.3 生态环境状况变化分级

根据生态环境状况指数与基准值的变化情况,将生态环境质量变化幅度分为4级,即无明显变化、略有变化(好或差)、明显变化(好或差)、显著变化(好或差),见表2。

如果生态环境状况指数呈现波动变化的特征,则该区域生态环境敏感,根据生态环境质量波动变化幅度,将生态环境波动状况分为稳定、波动、较大波动和剧烈波动,见表2。

表2 生态环境状况变化和波动分级

变化级别	无明显变化	略有变化	明显变化	显著变化
波动级别	稳定	波动	较大波动	剧烈波动
变化值	$ \Delta EI < 1$	$1 \leq \Delta EI < 3$	$3 \leq \Delta EI < 8$	$ \Delta EI \geq 8$

4 安徽省“十二五”生态环境状况评价结果

生态环境状况评价涉及土地利用/覆盖数据、基础地形图数据、土壤侵蚀数据、环境背景数据(水资源、降水等)、环境统计数据和社会与经济数据等。其中,土地利用/覆盖数据来源于遥感影像解译结果,基础地形图数据来自安徽省1:25万基础地理数据库,土壤侵蚀数据来源于全国第一次水利普查调查成果,环境统计数据来源于安徽省环境统计报表数据库,其他数据出自安徽省统计年鉴。经计算,得到“十二五”期间16个市级行政区生态环境状况评价结果,见表3。

表3 安徽省“十二五”生态环境状况评价结果

省、市	EI					状况等级	ΔEI (2011—2015年)	变化度 级别	波动度 级别
	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年				
合肥市	64.09	63.92	62.73	63.18	64.42	良	0.33	无明显变化	稳定
芜湖市	69.21	69.38	67.95	68.17	70.24	良	1.03	略有变好	波动
蚌埠市	61.59	60.92	60.79	60.89	61.17	良	-0.42	无明显变化	稳定
淮南市	61.99	61.86	61.66	61.53	62.34	良	0.35	无明显变化	稳定
马鞍山市	68.49	68.06	66.43	66.30	68.10	良	-0.39	无明显变化	稳定
淮北市	56.09	57.27	56.84	56.22	57.97	良	1.88	略有变好	波动
铜陵市	70.88	69.93	68.56	68.12	70.51	良	-0.37	无明显变化	稳定
安庆市	76.77	77.81	76.49	76.85	78.63	优	1.86	略有变好	波动
黄山市	88.76	90.51	88.87	88.79	90.83	优	2.07	略有变好	波动
滁州市	65.79	64.66	64.53	65.00	65.96	良	0.17	无明显变化	稳定
阜阳市	57.25	58.35	57.42	58.03	58.29	良	1.05	略有变好	波动
宿州市	57.30	57.71	57.67	56.74	58.02	良	0.72	无明显变化	稳定
六安市	73.31	73.63	72.87	73.38	74.24	良	0.92	无明显变化	稳定
亳州市	57.82	58.74	58.06	57.71	59.07	良	1.25	略有变好	波动
池州市	83.83	84.87	83.39	83.28	85.77	优	1.94	略有变好	波动
宣城市	81.32	82.06	80.35	80.55	83.09	优	1.77	略有变好	波动
安徽省	70.00	70.43	69.48	69.62	70.76	良	0.76	无明显变化	稳定

4.1 现状评价分析

由表3可见,2015年全省16个市生态环境状况评价EI数值范围分布在57.97~90.83之间,差别较大。安徽省“十二五”生态环境状况指数空间分布见图1。

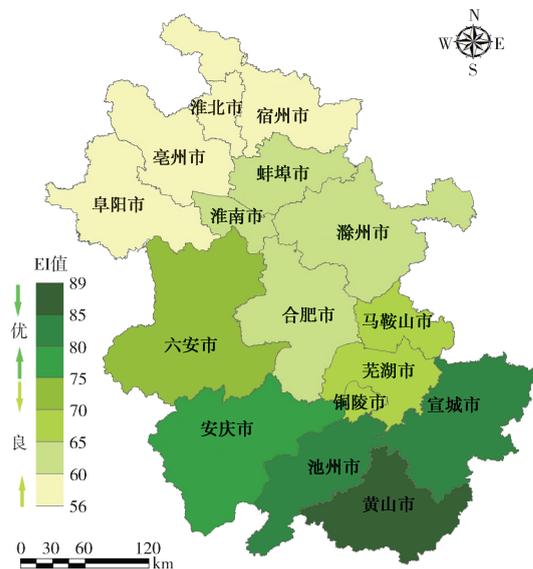


图1 安徽省“十二五”生态环境状况指数空间分布

由图1可见,由南向北、由西向东EI值逐渐减小,其中,淮北平原阜阳、淮北等市的EI值 <60 ,根据遥感解译统计结果,这些区域地势平坦,土地利用覆被类型以平原旱地为主,成片林地面积很小,极少有大面积的水库坑塘分布,其间低等级道路纵横交错,农村居民点等建设用地非常密集,占比超过20%,人类活动较为频繁;皖中地区合肥、滁州等市EI介于60~70之间,该区域土地覆盖类型以平原水田为主,低山丘陵广泛分布,林地、草地面积较皖北大幅增加,水库坑塘及河渠广罗密布,农村居民点分布较皖北零散,土地利用类型多样;皖南山区和大别山区黄山、池州、六安等市EI值 >70 ,该区域土地覆盖类型以山区林地为主,耕地分布较少,除安庆市沿江几个县外,其他区域河流较少,偶见大面积水库,居民点稀少,各类建设用地占比 $<5\%$,人为活动影响痕迹较轻。

从评价等级来看,“十二五”时期16个市EI级别出现“优”和“良”2个等级,评价体系中所指的“一般”、“较差”和“差”类等级在评价中没有出现。生态环境状况等级为“优”的有黄山、池州、宣城和安庆4个市,其面积占全省国土总面积的

32.66%,从空间分布图来看,这些市位于皖南山区,该区域生物多样性丰富,植被覆盖度高,水资源丰沛,污染负荷小,生态系统稳定,生态环境状况优;生态环境状况等级为“良”的为六安、铜陵、芜湖、马鞍山、滁州、合肥、淮南、蚌埠、阜阳、亳州、宿州和淮北12个市,占全省国土总面积的67.34%,从空间分布图来看,这些市主要分布在皖中和皖北地区,这些区域植被覆盖度较高,生物多样性较丰富,生态系统处于较稳定状态,适合人类生活。

4.2 “十二五”动态评价分析

对安徽省2011—2015年16个市级行政区和省域生态环境状况进行动态评价,分析“十二五”期间区域生态环境状况变化情况。

4.2.1 分市动态评价

由表3可知,“十二五”时期,16个市级行政区各年度生态环境状况等级均保持不变,与2011年一致,每年度生态环境状况等级均为“优”和“良”2个级别,未出现“一般”、“较差”和“差”类等级。具体来看,2011—2015年黄山、池州、宣城和安庆4市等级均为“优”,其余12个市等级保持为“良”。“十二五”首末2年相比,16个市生态环境状况指数变化幅度在 $-0.42\sim 2.07$ 之间。其中,黄山市、池州市、淮北市、安庆市、宣城市、亳州市、阜阳市和芜湖市8市EI变化值 >1 且 <3 ,生态环境状况变化度皆属“略有变好”级别,生态环境状况波动度属“波动”级别;其余8市变化值在 $-1\sim 1$ 之间,生态环境状况变化度皆属“无明显变化”级别,生态环境状况波动度属“稳定”级别。

4.2.2 省域评价

2011—2015年,安徽省域生态环境状况指数介于69.48~70.76之间,总体保持稳定,生态环境状况等级保持在“良”水平;2013年和2014年生态环境状况指数略低于70,其他年份略高于70。与2011年相比,2015年省域EI值由70.00增加到70.76,增加了0.76,生态环境状况变化度属“无明显变化”级别,生态环境状况波动度为“稳定”级别。

5 结论

(1) 针对遥感影像运用GIS手段提取生态环境评价指标,与传统的统计调查方法相比,是一种快速评价区域环境质量状况的有效方法,为掌握生

(下转第58页)

的有机质含量较高,重金属是不易迁移的物质,在土壤渗透性较小、有机质含量高、碱性条件下,Pb,Cd,As主要滞留在土壤的表层和亚表层,向下迁移的量较少,且迁移能力很弱,容易被土壤或包气带介质所吸附^[11],所以一般情况下较难进入地下水。

4 结论

(1) 对某再生铅企业场地 Pb,Cd,As 3 种污染物调查表明,其超标率由高到低依次为: Cd > As > Pb,在厂区呈现局部富集现象,对土壤造成污染;在垂直方向上由于 Pb,Cd,As 在土壤中迁移率较低,其值随深度增加呈总体下降趋势;

(2) 该区域地下水中 Pb,Cd,As 均远低于地下水标准值,这与土壤中重金属受到严重污染存在很大的差异,其原因是土壤对重金属有很强的吸附能力,重金属元素在土壤中的纵向迁移不明显。

[参考文献]

- [1] 陈梦舫. 我国工业污染场地土壤与地下水重金属修复技术综述[J]. 中国科学院院刊,2014,29(3):327-335.
[2] 祝迪迪,赵长坡,张艳,等. 重金属在贾鲁河表层沉积物中的

污染特征及来源分析[J]. 环境监控与预警,2013,5(2):41-45.

- [3] 陈志良,蒋晓璐,周建民,等. 重金属污染场地地下水污染特征与源解析研究[J]. 中国农学通报,2014,30(20):202-207.
[4] 贾中民,杨乐超,周皎,等. 某化工厂周边不同介质中铬含量及形态特征[J]. 物探与化探,2014,38(2):339-344.
[5] 朱梦杰. 污染场地土壤初步调查布点及采样方法探讨[J]. 环境监控与预警,2015,7(6):55-58.
[6] 刘勇,王成军,冯涛,等. 重金属在铅锌冶炼厂内的空间分布及污染评价[J]. 西北大学学报(自然科学版),2014,44(1):133-140.
[7] 雷鸣,曾敏,廖柏寒,等. 某矿区土壤和地下水重金属污染调查与评价[J]. 环境工程学报,2012,6(12):4687-4693.
[8] 郑春苗,Gordon D. Bennett. 地下水污染物迁移模拟[M]. 北京:高等教育出版社,2009.
[9] 赵兴敏. 典型重金属在包气带和含水层中的迁移转化特征[D]. 吉林:吉林大学,2008.
[10] 孙花,谭长银,黄道友,等. 土壤有机质对土壤重金属积累,有效性及形态的影响[J]. 湖南师范大学(自然科学学报),2011,34(4):82-87.
[11] 马闯,杨军,雷梅,等. 北京市再生水灌溉对地下水的重金属污染风险[J]. 地理研究,2012,31(12):2250-2258.

栏目编辑 李文峻

(上接第9页)

态环境信息提供了实时数据,也为动态监测生态环境变化提供了可靠、快捷的手段;

(2) “十二五”末安徽省各市生态环境状况等级为“优”和“良”2个级别,等级为“优”的有4个市,为“良”的有12个市,省域生态环境状况等级为“良”;

(3) “十二五”期间,各市等级均保持不变,省域等级始终为“良”;

(4) “十二五”始末2年相比,有8个市生态环境状况变化度为“略有变好”等级,生态环境状况波动度为“波动”级别,其余8个市变化度为“无明显变化”等级,波动度为“稳定”级别。省域EI增加了0.76,生态环境质量呈现稳中向好的趋势;

(5) 生态环境状况等级为“优”的市分布于皖南山区和大别山区,等级为“良”的市主要分布在皖中地区和皖北地区。

[参考文献]

- [1] 万本太. 中国生态环境质量评价研究[M]. 北京:中国环境

科学出版社,2004.

- [2] 万本太,张建辉,王文杰,等. 中国生态环境质量优劣度评价[J]. 中国环境监测,2003,19(2):46-53.
[3] 钱益春. 张家界国家森林公园旅游环境质量评价研究[J]. 安徽农业科学,2006,34(15):3764-3765.
[4] 朱晓华,杨秀春,谢志仁. 江苏省生态环境质量动态评价研究[J]. 经济地理,2002,22(1):97-100.
[5] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社,2003.
[6] 李旭文,牛志春,姜晟,等. Landsat 8 卫星 OLI 遥感影像在生态环境监测中的应用研究[J]. 环境监控与预警,2013,5(6):1-5.
[7] 金焰,张咏,牛志春,等. 环境一号卫星 CCD 数据在生态环境监测和评价工作中的应用价值研究[J]. 环境监控与预警,2010,2(4):29-35.
[8] 钱贞兵,周先传,徐升,等. 安徽省生态环境质量动态评价研究[J]. 安徽农业科学,2007,35(27):8612-8614.