

安徽省“十二五”期间生态功能区生态功能评价

徐升, 钱贞兵 (安徽省环境监测中心站, 安徽合肥 230071)

摘要 [目的]运用遥感技术评价“十二五”期间安徽省生态功能区生态环境功能。[方法]利用2011~2015年安徽省水土保持生态功能区遥感影像,获取土地利用类型解译数据,结合地面调查和统计资料,依据生态功能区生态功能评价系统对安徽省“十二五”期间生态功能区生态功能状况进行动态监测与评价。[结果]2015年潜山县、太湖县、岳西县、金寨县、霍山县、石台县的生态环境功能指数为75.34~81.83,生态功能等级均为优。“十二五”始末相比,岳西县的生态功能变化度为略微变好,其余5个县均为无明显变化。[结论]安徽省生态功能区县域自然生态优越,生态系统承载力高,生态功能稳定,自我调节能力强。

关键词 遥感;生态功能;评价;安徽省

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)26-0056-02

Study on Ecological Function Evaluation of Ecological Function Region in Anhui Province during the 12th Five-year Period Based on Remote Sensing Technology

XU Sheng, QIAN Zhen-bing (Anhui Environmental Monitoring Center, Hefei, Anhui 230071)

Abstract [Objective] The aim was to evaluate ecological environment function in Anhui Province during the period of 12th Five-Year by using remote sensing technology. [Method] Using remote sensing image for ecological function area of soil and water conservation in Anhui Province from 2011 to 2015, interpreting data of land use type in Anhui Province were obtained. According to ground investigation and statistical data, dynamic monitoring and evaluation of ecological function condition in ecological function region of Anhui Province were conducted by ecological function evaluation system of ecological function region. [Result] The index of ecological environment function in Qianshan County, Taihu County, Yuexi County, Jinzhai County, Huoshan County, Shitai County was 75.34–81.83 in 2015, the ecological functions were excellent. By comparison of the beginning and end of the 12th Five-Year, the change of ecological function in Yuexi was slightly better, other 5 counties had no obvious change. [Conclusion] Results showed that county ecological function region of Anhui Province had superior natural ecology, high carrying capacity of eco-system, stable ecological function and strong self regulating ability.

Key words Remote sensing; Ecological function; Evaluation; Anhui province

2010年,国务院发布了《全国主体功能区规划》,将国土空间划分为优先开发区、重点开发区、限制开发区及禁止开发区4类,并列出了25个国家重点生态功能区作为限制开发的重要组成部分,确定了每个重点生态功能区包括的县域,安徽有6个县在列,分别是潜山县、太湖县、岳西县、金寨县、霍山县和石台县,皆为大别山水土保持生态功能区的土壤保持功能类型^[1]。笔者对2011~2015年安徽省生态功能区的生态功能进行动态评价,监测和评价生态功能区生态功能的保护力度和变化趋势,以期为推进主体功能区划和生态文明建设提供决策支持。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 安徽省6个生态功能县位于省域西南,6县总面积为13 457 km²,地貌类型以丘陵山地为主,森林覆盖率高,耕地少,河网不发达,水库坑塘少,区域内建设用和未利用地很少,生物资源丰富,气候类型为热带湿润季风气候。

1.2 土地利用类型遥感影像解译

1.2.1 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3景Landsat 5 TM影像,空间分辨率为30 m;2012年运用的卫星数据为25景ZY-1 02C P/MS影像,空间分辨率为10 m;2013~2015年运用的卫星数据为3景Landsat 8 OLI影像,空间分辨率为15 m。

1.2.2 遥感影像处理^[2-4]。

1.2.2.1 几何校正 卫星摄取的原始影像由于受系统性和非系统性的影响,有较大的几何形变。几何校正的目的就是纠正这些因素引起的畸变。该研究对每景影像选取30~50个地面控制点进行几何精校正,将误差控制在半个象元左右。

1.2.2.2 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^[2]。将影像的特定波段分别赋红、绿、蓝,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。

1.2.3 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个类型,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、山区和坡度大于25°的耕地。

1.2.4 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,难以满足所需土地利用类型数据精度和准确度的评价要求,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。

判读提取目标地物的最小单元的方法是依据区域生态

基金项目 环保部公益性项目(201309039)。

作者简介 徐升(1980-),男,安徽亳州人,工程师,硕士,从事生态监测、环境遥感应用研究。

收稿日期 2016-07-06

环境状况评价尺度,结合人眼识别最小地物的限制,确定遥感影像上大于 90 m×90 m 的面状地物地类和大于 60 m×120 m 的线性地物地类。地类图斑线划描述精度应小于 2 个象元,且线形圆润。

1.2.5 遥感解译成果。按照解译精度要求,对 2011~2015 年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/覆盖类型图斑约 1.5 万个。对每年的解译数据进行大量地面核查,核查点数量不少于 150 个。从核查情况来看,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,即一级分类>96%,二级分类>92%,三级分类>87%,完全能满足县级尺度的生态环境评价需求。

1.3 水土保持生态功能区生态功能评价方法

1.3.1 评价指标体系的构建。生态功能区生态功能状况是利用综合指数(生态功能状况指数,FEI)评价生态功能质量,采用三级指标体系,包括 2 个指标、5 个分指数和 12 个分指标。2 个指标包括生态状况指标和环境状况指标。生态状况指标包括生态功能指数、生态结构指数和生态胁迫指数,反映生态功能区的功能、结构和压力;环境状况指标包括污染负荷指数和环境质量指数,反映生态功能区的污染负荷压力和环境质量状况。

1.3.2 计算方法。 $FEI_{STBC}=0.60\times[0.23\times\text{植被覆盖指数}+0.13\times\text{受保护区域面积比}\times100+0.23\times\text{林草地覆盖率}+0.18\times\text{水域湿地面积比}+0.13\times(100-\text{耕地和建设用地面}$

$\text{积比})+0.10\times(100-\text{中度及以上土壤污染侵蚀面积比}\times100)]+0.40\times[0.45\times(100-\text{主要污染物排放强度})+0.10\times\text{污染源排放达标率}\times100]+0.10\times\text{城镇污水集中处理率}\times100+0.15\times\text{水质达标率}\times100+0.15\times\text{空气质量达标率}\times100+0.05\times\text{集中式饮用水源地水质达标率}\times100+\text{生态功能调节指标}$ 。式中, FEI_{STBC} 为水土保持生态功能区的生态功能指数。

1.3.3 生态功能分级。根据生态功能区生态功能指数,将功能区的生态功能状况分为 5 级,即 $FEI\geq70$,为优; $60\leq FEI<70$,为良; $50\leq FEI<60$,为一般; $40\leq FEI<50$,为较差; $FEI<40$,为差。

1.3.4 生态功能变化度分级。根据生态功能区生态功能指数与基准值的变化情况,将生态功能区生态功能变化幅度分为 4 级,即无明显变化($|\Delta FEI|<1$)、略微变化(好或差)($1\leq|\Delta FEI|<2$)、明显变化(好或差)($2\leq|\Delta FEI|<4$)、显著变化(好或差)($|\Delta FEI|\geq4$)。

2 结果与分析

生态功能评价所需数据包括土地利用/覆盖数据、水土流失数据、环境背景数据、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,水土流失数据源于全国第一次水利普查调查成果,环境统计数据源于安徽省环境统计报表数据库,其他数据来自安徽省统计年鉴。经计算,得到“十二五”期间 6 个生态功能区县域生态功能状况评价结果(表 1)。

表 1 “十二五”期间生态功能区生态功能评价结果

Table 1 Evaluation results for ecological function quality of ecological function region in the 12th Five-year period

年份 Year	潜山县 Qianshan County	太湖县 Taihu County	岳西县 Yuexi County	金寨县 Jinzhai County	霍山县 Huoshan County	石台县 Shitai County
2011	75.01	81.69	78.28	80.24	79.26	80.01
2012	75.27	82.11	78.44	80.44	79.43	80.27
2013	74.77	81.57	79.24	80.93	79.90	80.44
2014	74.63	81.33	79.09	80.57	79.20	79.86
2015	75.34	81.83	79.90	81.05	79.99	80.53
状况等级 Status level	优	优	优	优	优	优
ΔFEI	0.33	0.14	1.62	0.81	0.73	0.52
变化度级别 Change classification	无明显变化	无明显变化	略微变好	无明显变化	无明显变化	无明显变化

由表 1 可知,2015 年 6 个生态功能区县域 FEI 为 75.34~81.83,太湖县最高,潜山县最低。从动态评价的角度分析,“十二五”期间,6 县各年度生态功能状况等级均保持不变,与 2015 年一致,每年度生态功能况等级均为“优”级,未出现“良”、“一般”、“较差”和“差”类等级。表明生态功能区县域自然生态优越,生态系统承载力高,生态功能稳定,自我调节能力强。“十二五”首末两年相比,6 个县的 ΔFEI 为 0.14~1.62。其中,岳西县的生态功能状况变化度属“略微变好”级别,其余 5 县生态功能状况变化度皆属“无明显变化”级别。

3 结论

该研究利用 2011~2015 年安徽省生态功能区土地利用

类型遥感解译数据,综合利用地面调查和其他统计资料,按照生态功能评价体系对安徽省生态功能区“十二五”期间生态功能状况进行动态评价。得到的结论如下:①针对遥感影像运用 GIS 手段提取生态功能评价指标,与传统的统计调查方法相比,是一种快速评价区域生态功能状况的有效方法,为掌握生态功能信息提供了实时数据,也为动态监测生态功能变化提供了可靠、快捷的手段。②“十二五”期间安徽省生态功能区各县生态功能状况等级均为优。③“十二五”期间,生态功能区各县等级均保持不变。④“十二五”始末相比,只有岳西县生态功能状况变化度为“略微变好”等级,其余 5 个县均为“无明显变化”等级。⑤安徽省生态功能区县

(下转第 61 页)

- gen cycling bacteria on denitrification in the sediments of the eutrophic Gonghu Bay, Taihu Lake[J]. *Hydrobiologia*, 2013, 700(1): 329–341.
- [14] JAYNES M L, CARPENTER S R. Effects of vascular and nonvascular macrophytes on sediment redox and solute dynamics[J]. *Ecology*, 1986; 875–882.
- [15] 雷婷文, 魏小飞, 戴耀良, 等. 6 种常见沉水植物对水体的净化作用研究[J]. *安徽农业科学*, 2015, 43(36): 160–161, 196.
- [16] GAO Y X, ZHU G W, QIN B Q, et al. Effect of Ecological engineering on the nutrient content of surface sediments in Lake Taihu, China[J]. *Ecological engineering*, 2009, 35(11): 1624–1630.
- [17] HORPPILA J, NURMINEN L. Effects of submerged macrophytes on sediment resuspension and internal phosphorus loading in Lake Hiidenvesi (southern Finland)[J]. *Water research*, 2003, 37(18): 4468–4474.
- [18] DE BACKER S, TEISSIER S, TRIEST L. Stabilizing the clear-water state in eutrophic ponds after biomanipulation: Submerged vegetation versus fish recolonization[J]. *Hydrobiologia*, 2012, 689(1): 161–176.
- [19] 杨清心. 富营养水体中沉水植物与浮游藻类相互竞争的研究[J]. *湖泊科学*, 1996(8): 17–24.
- [20] JEPPESEN E, LAURIDSEN T L, KAIRESAO T, et al. Impact of submerged macrophytes on fish-zooplankton interactions in lakes[M]//The structuring role of submerged macrophytes in lakes. New York: Springer, 1998: 91–114.
- [21] VAN DEN BERG M S, SCHEFFER M, COOPS H, et al. The role of characean algae in the management of eutrophic shallow lakes[J]. *Journal of phycology*, 1998, 34(5): 750–756.
- [22] HILT S, HENSCHKE I, RÜCKER J, et al. Can submerged macrophytes influence turbidity and trophic state in deep lakes? Suggestions from a case study[J]. *Journal of environmental quality*, 2010, 39(2): 725–733.
- [23] KÖRNER S, NICKLISCH A. Allelopathic growth inhibition of selected phytoplankton species by submerged macrophytes I[J]. *Journal of phycology*, 2002, 38(5): 862–871.
- [24] MULDERIJ G, MOOIJ W M, DONK E. Allelopathic growth inhibition and colony formation of the green alga *Scenedesmus obliquus* by the aquatic macrophyte *Stratiotes aloides*[J]. *Aquatic ecology*, 2005, 39(1): 11–21.
- [25] MULDERIJ G, VAN NES E H, VAN DONK E. Macrophyte-phytoplankton interactions: The relative importance of allelopathy versus other factors[J]. *Ecological modelling*, 2007, 204(1): 85–92.
- [26] HILT S, GROSS E M. Can allelopathically active submerged macrophytes stabilise clear-water states in shallow lakes? [J]. *Basic and applied ecology*, 2008, 9(4): 422–432.
- [27] HILT S. Allelopathic inhibition of epiphytes by submerged macrophytes [J]. *Aquatic botany*, 2006, 85(3): 252–256.
- [28] ERHARD D, GROSS E M. Allelopathic activity of *Elodea canadensis* and *Elodea nuttallii* against epiphytes and phytoplankton[J]. *Aquatic botany*, 2006, 85(3): 203–211.
- [29] BURKS R L, LODGE D M, JEPPESEN E, et al. Diel horizontal migration of zooplankton: Costs and benefits of inhabiting the littoral [J]. *Freshwater biology*, 2002, 47(3): 343–365.
- [30] BRÖNMARK C, HANSSON L A. Chemical communication in aquatic systems: An introduction[J]. *Oikos*, 2000, 88(1): 103–109.
- [31] JEPPESEN E, SØNDERGAARD M, SØNDERGAARD M, et al. Cascading trophic interactions in the littoral zone: An enclosure experiment in shallow Lake Stigsholm, Denmark [J]. *Archiv für hydrobiologie*, 2002, 153(4): 533–555.
- [32] CANFIELD JR D E, SHIREMAN J V, COLLE D E, et al. Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida lakes: Importance of aquatic macrophytes[J]. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 1984, 41(3): 497–501.
- [33] SCHRIVER P E R, BØGESTRAND J, JEPPESEN E, et al. Impact of submerged macrophytes on fish-zooplankton phytoplankton interactions: Large-scale enclosure experiments in a shallow eutrophic lake[J]. *Freshwater biology*, 1995, 33(2): 255–270.
- [34] JEPPESEN E, JENSEN J P, SØNDERGAARD M, et al. Top-down control in freshwater lakes: The role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth[M]//Shallow Lakes' 95. Netherlands: Springer, 1997: 151–164.
- [35] PERROW M R, JOWITT A J D, STANSFIELD J H, et al. The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes in shallow lake restoration[J]. *Hydrobiologia*, 1999, 395: 199–210.
- [36] GULATI R D, VAN DONK E. Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: State-of-the-art review[M]//Ecological restoration of aquatic and semi-aquatic ecosystems in the Netherlands (NW Europe). Netherlands: Springer, 2002: 73–106.
- [37] JEPPESEN E, SØNDERGAARD M, LAURIDSEN T L, et al. Biomanipulation as a restoration tool to combat eutrophication: Recent advances and future challenges[J]. *Advances in ecological research*, 2012, 47: 411–488.
- [38] SAND-JENSEN K, SØNDERGAARD M. Phytoplankton and epiphyte development and their shading effect on submerged macrophytes in lakes of different nutrient status[J]. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 1981, 66(4): 529–552.
- [39] KALFF J. *Limnology: Inland water ecosystems*[M]. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- [40] SAND-JENSEN K A J. Effect of epiphytes on eelgrass photosynthesis[J]. *Aquatic botany*, 1977, 3: 55–63.
- [41] 郭匿春. 浮游动物与藻类水华的控制[D]. 武汉: 中国科学院研究生院(水生生物研究所), 2007.
- [42] 张丽彬, 王金鑫, 王启山, 等. 浮游动物在生物操纵法除藻中的作用研究[J]. *生态环境*, 2007, 16(6): 1648–1653.
- [43] CARPENTER S R, KITCHELL J F. Consumer control of lake productivity [J]. *Bio Science*, 1988, 38: 764–769.
- [44] JAROMIR S, JAN K. Long-term biomanipulation of Rimov Reservoir (Czech Republic)[J]. *Hydrobiologia*, 1997, 345: 95–108.
- [45] POGOZHEV P I, GERASIMOVA T N. The effect of zooplankton on microalgae blooming and water eutrophication[J]. *Water resources*, 2001, 7/8: 420–427.
- [46] 张喜勤, 徐锐贤, 许金玉. 水蚤净化富营养化湖水试验研究[J]. *水资源保护*, 1998, 24(4): 32–35.
- [47] VAN DONK E, OTTE A. Effects of grazing by fish and waterfowl on the biomass and species composition of submerged macrophytes[M]//Management and ecology of freshwater plants. Netherlands: Springer, 1996: 285–290.
- [48] VENKATESH B, SHETTY H P C. Studies on the growth rate of the grass carp *Ctenopharyngodon delta* (Valenciennes) fed on two aquatic weeds and a terrestrial grass[J]. *Aquaculture*, 1978, 13(1): 45–53.
- [49] 陈洪达. 杭州西湖水生植被恢复的途径与水质净化问题[J]. *水生生物学集刊*, 1984, 8(2): 237–244.
- [50] 陈洪达. 养鱼对武汉东湖生态系统的影响[J]. *水生生物学报*, 1989, 13(4): 359–368.
- [51] QIU D, WU Z, LIU B, et al. The restoration of aquatic macrophytes for improving water quality in a hypertrophic shallow lake in Hubei Province, China[J]. *Ecological engineering*, 2001, 18(2): 147–156.
- [52] WRIGHT R M, PHILLIPS V E. Changes in the aquatic vegetation of two gravel pit lakes after reducing the fish population density[J]. *Aquatic botany*, 1992, 43(1): 43–49.

(上接第 57 页)

域自然生态优越,生态系统承载力高,生态功能稳定,自我调节能力强。

参考文献

- [1] 环境保护部环境监测司, 中国环境监测总站. 国家重点生态功能区

域生态环境质量监测评价与考核技术指南[M]. 北京: 中国环境出版社, 2014.

- [2] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [3] 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.
- [4] 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.