

文章编号:1672-058X(2013)07-0073-09

三峡库区重庆“一小时经济圈”段库区 生态安全评价*

张智红¹, 赵 伟^{2**}

(1.重庆农村土地交易所,重庆 40067;2.重庆工商大学 旅游与国土资源学院,重庆 400067)

摘 要:基于 GIS 高新技术,以详实多样的遥感影像数据及其他数据资料为基础,对三峡库区重庆“一小时经济圈”段进行生态安全评价;运用 GIS 空间分析方法、地理统计学方法等,分析研究区域地理信息;采用科学的方法建立评价指标体系、划分评价等级、进行综合评价分析;研究得到该区域 2000 年及 2010 年两期生态安全评价结果,以及期间生态安全变化情况。

关键词:生态安全;评价系统;评价方法;“3S”

中图分类号:TP289

文献标志码:A

国外对于生态环境的研究,最早始于 20 世纪 40 年代。其研究已比较深入,并且得到专家以及政府的高度重视,在国际上已取得一定的共识。主要有以下几点:(1)与日俱增的环境压力可能引发冲突并增加对灾害的脆弱性,影响到社会、经济和政治。这种冲突趋向于发生在国内而不是国家之间;(2)由于人口的持续增长、消费量和污染的增多及土地利用的改变,环境压力在冲突和灾害中起着越来越重要的作用。这种效应主要体现在发展中国家和处于贫困和边缘化的国家。(3)对生态安全适应性的策略牵涉到经济活动、社会结构、机构机制和组织规章,以便减少受环境变化的影响^[1-3]。

我国对生态环境的研究起步较晚,从 20 世纪 80 年代开始起步。其大致可以 2000 年为界分为两个阶段,在 2000 年以前我国学者以及专家刚开始涉及这一领域,研究深度有限,主要局限于工程、植物保护方面,研究领域基本还处于工程项目的生态影响范畴。2000 以后,国内对于生态环境关注度不断增加,研究成果显著增多,主要包括内容:首先确定了生态安全的重要地位,并对其重要性做出了充分论证。其次,对生态安全概念的内涵以及研究内容做出界定和深入探讨;最后把“3S”技术运用到生态研究当中,极大的促进了该研究领域的发展^[4]。

重庆地处长江上游地区,并且是三峡库区所在,生态地位十分重要。“一小时经济圈”是重庆市经济发展区,同时也是生态退化和环境退化的主要集中区^[5]。研究重庆“一小时经济圈”内库区的生态安全情况,对维系整个长江流域的生态环境,确保三峡工程安全,促进库区发展经济,实现库区可持续发展有着重大而现实的意义。

收稿日期:2013-04-01;修回日期:2013-05-02.

* 基金项目:国家自然科学基金项目:(41101568);重庆市教委科技项目:(KJ120726);重庆市决策咨询与管理创新项目:(cstc2013jcexA0158);重庆市自然科学基金项目:(cstcjjA00008).

作者简介:张智红(1981-),女,重庆人,经济师,硕士,从事农村土地政策研究.

** 通讯作者:赵伟(1982-),男,江苏连云港人,博士,硕士生导师,从事 3S 技术与国土整治、土地政策研究.

1 研究区域概况

1.1 研究区概况

研究区域为三峡库区重庆“一小时经济圈”段,包括渝北区、沙坪坝区、巴南区、南岸区、九龙坡区、北碚区、长寿区、合川区、涪陵区、永川区、江津区、璧山县、綦江县、大足县、铜梁县,共 15 个区县全部行政区域,总面积为 2.17 万 km²。

研究区地处四川盆地东部,地势沿河流、山脉起伏,地形高低悬殊,地貌以山地丘陵为主,喀斯特地貌大量分布,坡地面积较大,平均海拔约 400 m。属亚热带季风性湿润气候,年均气温 18 ℃ 左右;雨量充沛,常年降雨量 1 000~1 450 mm^[6]。

重庆“一小时经济圈”占重庆全市总面积的 34.8%;2005 年末常住人口 1661.38 万人,占重庆全市总人口的 59.4%,其中城镇人口 969.68 万人,城镇化率达到 58.4%;2005 年实现地区生产总值 2 387 亿元,接近全市的 78%。不仅是重庆市域内经济最发达、规模集聚效益最显著、一体化发展条件最优越的地区,还是长江上游干流经济走廊、渝蓉经济走廊和渝黔经济走廊的叠加区,在我国区域经济格局中具有承东启西、南传北递的枢纽作用^[7]。

1.2 研究内容与方法

针对生态安全评价的理论要求,通过 RS、GIS 等高新技术对空间数据以及非空间数据的采集、处理、分析等功能,运用科学的研究方法,实现对重庆“一小时经济圈”内库区的生态安全评价,通过研究分析,总结研究区域的生态安全情况。内容如下:

- (1) 探索生态安全的意义与内涵,探求生态安全评价的科学方法以及技术流程;
- (2) 生态安全评价因子及影响因素的分析、选取以及评价指标体系的建立;
- (3) 利用 3S 技术对重庆“一小时经济圈”内库区 2000 年及 2010 年两期遥感影像数据进行处理,对影像中的信息进行提取、融合、解译、空间分叠加分析等;
- (4) 研究分析评价结果,总结研究区域 2000 年及 2010 年两期生态环境状况及生态安全度变化情况。

2 数据获取与数据处理

2.1 数据源

研究数据主要源于美国陆地资源卫星(LANDSAT)的 TM 影像数据,时间序列为 2000 年及 2010 年。除了应用遥感技术采集地理信息数据以外,还结合了各种相关的调查数据、专题图件以及统计年鉴等,以及从研究区各气象站获取的气象数据。

2.2 数据处理

对于 TM 影像数据,运用 ERDAS 软件,结合野外实地观测资料,对影像进行解译,从图像上提取所需地理信息;气象数据以及各种统计调查数据,由于通常由某个站点获得,因此利用 GIS 软件,运用空间内插法生成区域空间分布数据^[8]。

3 研究区生态安全评价

3.1 评价单元

评价涉及到自然环境、经济条件、土地利用情况等多个方面,由于多数统计资料及数据均以区县级行政

区为基本统计单元,为了便于资料的调查、收集,以及减少统计中的误差,选择研究区 15 个区(县)级行政区作为生态安全评价单元。

3.2 指标体系

3.2.1 指标选取

指标的选取应充分考虑到研究区域的相关特点,要根据特定的目的,选取具有典型性、可比性、相关性较低的评价指标^[9]。采用 P-S-R (pressure-state-response) 环境指标模型,从资源环境压力、资源环境状态、人文环境响应等方面选取反映区域生态系统健康状况的相应指标。

3.2.2 指标数据无量纲化

多指标体系往往取自多个方面,不同指标间单位常常不统一,难以进行多指标直接比较评价。因此,在综合评价前需对指标数据进行量化,即无量纲化处理。数据量化的方法有多种,如专家分类法、极差标准化法、功效系数法等。研究采用是非统计性数据量化的专家分类法和统计性数据量化的极差标准化法。其中,极差标准化法计算模型如下:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}}$$

3.2.3 指标权重

考虑到生态系统的复杂性、模糊性、不可逆性的特点,而采用层次分析法(AHP),具体见表 1-表 6。准则层:

表 1 准则层判断矩阵

	状态	压力	响应
状态	1	3/2	3/2
压力	2/3	1	1
响应	2/3	1	1

经计算,判断矩阵的一致性为 $0.0 < 0.1$,符合 AHP 的评价要求,最终得到准则层的权重:

$$W_0 = [0.404\ 8 \quad 0.297\ 6 \quad 0.297\ 6]^T$$

压力指标层:

表 2 压力指标层判断矩阵

	土地压力	化肥使用强度	人口密度	农药使用强度
土地压力	1	2	4	2
化肥使用强度	1/2	1	2	1
人口密度	1/4	1/2	1	1/2
农药使用强度	1/2	1	2	1

经计算,判断矩阵的一致性为 $0.002 < 0.1$,符合 AHP 的评价要求,最终得到准则层的权重:

$$W_0 = [0.376\ 1 \quad 0.216\ 1 \quad 0.191\ 7 \quad 0.216\ 1]$$

状态指标层:

表 3 状态指标层判断矩阵

	降水	均温	土地利用程度	NDVI	生物多样性指数	生物丰度	水网密度
降水	1	1	1/3	3	3	2	5
均温	1	1	1/3	3	3	2	5
土地利用程度	3	3	1	5	5	4	6
NDVI	1/3	1/3	1/5	1	1	1/2	3
生物多样性指数	1/3	1/3	1/5	1	1	1/2	3
生物丰度	1/2	1/2	1/4	1/2	2	1	4
水网密度	1/5	1/5	1/6	1/3	1/3	1/4	1

经计算,判断矩阵的一致性为 0.020 28<0.1,符合 AHP 的评价要求,最终得到准则层的权重:

$$W_0 = [0.176\ 9\ 0.176\ 9\ 0.353\ 5\ 0.076\ 0.076\ 0.108\ 8\ 0.031\ 9]^T$$

响应指标层:

表 4 响应指标层判断矩阵

	热岛程度	地区产值	水土流失
热岛程度	1	4	1/3
地区产值	1/4	1	1/6
水土流失	3	6	1

经计算,判断矩阵的一致性为 0.081 6<0.1,符合 AHP 的评价要求,最终得到准则层的权重:

$$W_0 = [0.270\ 6\ 0.085\ 2\ 0.644\ 2]^T$$

最终得到各指标因子的层次总排序权重值

表 5 评价指标权重值

总排序指标	压力	状态	响应	层次总排序
	0.297 6	0.404 8	0.297 6	
土地压力	0.376 1			0.1119
化肥	0.216 1			0.064 3
农药	0.216 1			0.064 3
人口密度	0.191 7			0.057 0
降水		0.176 9		0.071 6
均温		0.176 9		0.071 6
土地利用程度		0.353 5		0.143 1
NDVI		0.076		0.030 8
生物多样性		0.076		0.030 8
生物丰度		0.108 8		0.044 1
水网密度		0.031 9		0.012 9
热岛程度			0.270 6	0.080 5
水土流失			0.644 2	0.191 7
地区生产总值			0.085 2	0.025 4

3.2.4 综合安全评价

根据已建立的生态安全评价指标体系及以确定的指标权重,建立线性综合评价模型

$$ESCI = \sum_{b=1}^n I_b w_b \quad (b = 1, 2, \dots, n)$$

式中:ESCI 为生态安全指数; I_b 为各准则层综合指数; W_b 为各准则层权重值; n 为准则层总数。

4 评价结果分析

研究的综合评价指数计算、分级、分析、出图等均由 ArcGIS 软件完成,应用其强大的数据处理及分析功能,赋予评价区域各项指标值,建立各评价单元的属性数据库,通过自动计算、空间分析、叠加分析等手段,最终形成研究区域2000年和2010年两期生态安全评价结果。

4.1 生态安全度分析

4.1.1 生态安全程度分级

生态安全程度是一个区域内经济、社会和自然生态环境质量的综合体现,也是区域健康、可持续发展的前提和保障。生态安全程度从另一个角度也反映了区域的生态风险性。由于生态安全评价等级的划分目前尚无明确的统一标准,研究通过参考相关资料以及借鉴其他相关研究,并征询有关专家学者,以拟分生态安全等级(表6)^[10,11]。结合实际情况,将评价合指数分级处理,使得综合安全指标值与安全等级相对应。

表6 生态安全等级划分

生态安全 指数值区间	等级	表征状态	指标特征
≤ 0.505	I	巨警状态(恶劣)	环境破坏严重,生态结构残缺不全,生态系统服务功能接近或者已经崩溃,生态过程很难逆转,生态恢复与重艰难,生态灾害频繁
0.505 2-0.577 8	II	中警状态(风险)	环境破坏较大,生态结构遭到破坏,生态系统服务功能严重退化不全,生态过程受到外界干扰后恢复困难,生态问题较大,生态灾害较多。
0.577 9-0.646 2	III	预警状态(敏感)	环境受到一定破坏,生态系统服务功能已开始退化,但尚可维持基本功能,生态恢复与重建有一定困难,受干扰后易恶化,生态问题显现,生态灾害时有发生
0.646 3-0.725 4	IV	较安全状态(良好)	环境受到较少破坏,生态系统服务功能基本健全,生态恢复与重建较容易,生态问题不显著,生态灾害少有
≥ 0.725	V	安全状态 (理想)	环境基本未受到破坏干扰,生态系统服务功能健全,生态结构完整,系统恢复再生能力强,生态问题及灾害少

4.1.2 结果分析

研究区 2000 年生态安全综合指数最高0.83,最低0.42,平均0.67。从评价结果图 1 中可以看出,研究区存在地区差异。北部以及东部部分地区生态安全情况好,处于安全状态;中部主城区一带生态质量较差,处于预警状态;其余大部分地区处于较安全状态(表 7 和图 2)。总体来说,研究区 2000 年生态安全类型较复杂,主要类型为安全、较安全、预警,其中安全区面积比重为21.65%,较安全区面积比重为36.01%,预警区面积比重为30.74%(图 3)。这反映出研究区 2000 年的生态安全情况良好。

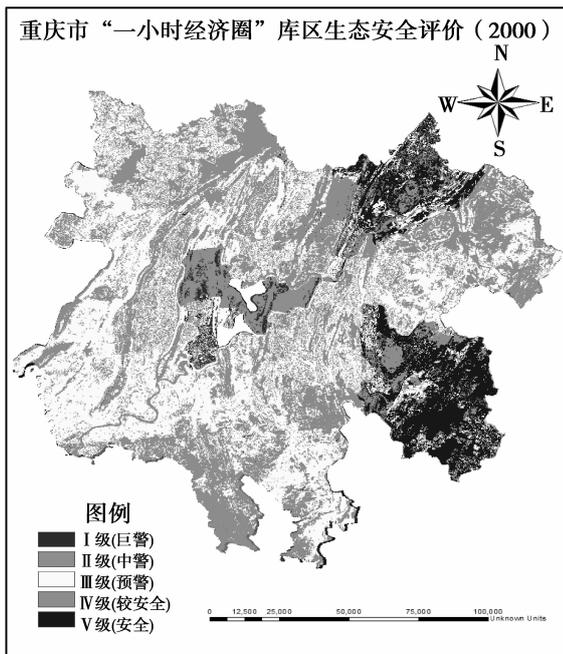


图 1 研究区 2000 年生态安全评价结果

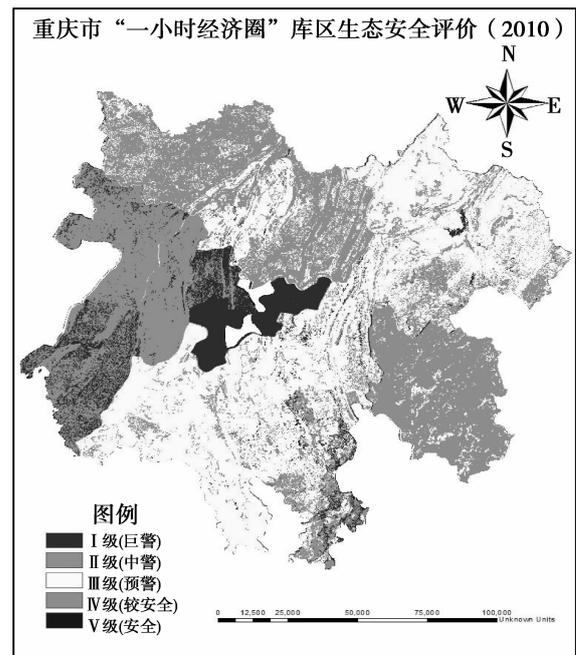


图 2 研究区 2010 年生态安全评价结果

研究区 2010 年最高 0.80, 最低 0.34, 平均 0.63, 从评价结果图 3 中可以看出, 研究区地区差异明显。东南面部分地区、北面部分地区生态质量较好; 中部主城区以及西部地区生态环境差。总体来说, 研究区 2010 年生态安全类型复杂, 与 2000 年相比, 大部分地区有显著变化, 且变化差异大, 北面、东北面部分地区生态质量提高, 而西面、南面大部分地区生态质量变差, 总体上相较 2000 年略有下降。安全区范围比重减少, 且出现了巨警类型(表 8 和图 4)。

表 7 2000 年研究区生态安全情况

安全等级	主要分布区域	面积/万 ha	百分比/%
I 级(巨警)	——	2.289 0	1.06
II 级(中警)	九龙坡、沙坪坝、南岸	21.293 2	9.83
III 级(预警)	永川、铜梁、北碚、九龙坡	96.467 5	44.52
IV 级(较安全)	合川、渝北、涪陵、巴南、璧山、江津、綦江、	73.249 8	33.80
V 级(安全)	长寿、南川	23.384 7	10.79

表 8 2010 年研究区生态安全情况

安全等级	主要分布区域	面积/万 ha	百分比/%
I 级(巨警)	九龙坡、南岸	19.117	8.78
II 级(中警)	璧山、沙坪坝、铜梁、永川	46.670 4	21.44
III 级(预警)	长寿、涪陵、巴南、綦江、北碚、江津	97.030 1	44.57
IV 级(较安全)	合川、渝北、南川	54.742 9	25.25
V 级(安全)	——	0.147 1	0.0

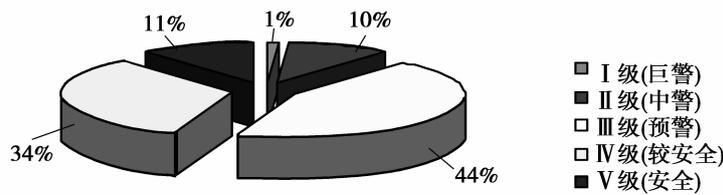


图 3 2000 年研究区生态安全等级划分

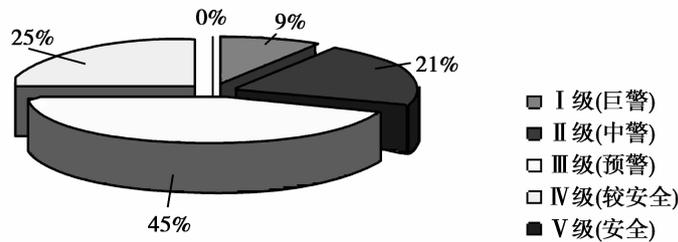


图 4 2010 年研究区生态安全等级划

根据研究结果,重庆“一小时经济圈”内库区的生态安全情况具有以下特点:

(1) 生态安全情况总体上属于中等偏下水平。两期研究结果表明,研究区生态安全类型主要分为较安全、预警、中警,其中面积比重最大的类型为预警。重庆人口众多,属于老工业城市,生态环境恶化一直是城市发展面临的一大问题。

(2) 空间格局具有明显差异。重庆主城区一带生态安全问题尤为突出,而研究区周面地带,如合川、南川等,自然条件良好,人口密度相对较小,工业发展较少的地区生态质量良好。

(3) 生态安全综合指数略有降低。总体来说,研究区 2006 年生态质量相较 2000 年呈现轻微下降趋势。平均指数下降0.04,安全区面积比重减少,巨警区增加。

(4) 各区域变化程度存在差异。研究区 2000 年到 2006 年总体上呈现下降趋势,但个各区县变化情况不统一。其中永川部分地区生态安全情况出现明显下降;而合川涪陵等地生态质量有所提高。

4.2 生态安全变化度分析

为了更好的掌握重庆“一小时经济圈”内库区的生态安全状况,研究对比 2000 年以及 2010 年的生态安全综合评价结果,进一步分析研究区的生态安全变化程度。

从图 5 可以看出,研究区从 2000 年到 2010 年生态质量总体有所下降,但变化程度及趋势存在差异。西部地区,如永川、铜梁,生态安全度下降明显,南部地区略有下降,北部、东北部地区,如合川、涪陵等地区生态质量有所提高(表 9)。

表 9 研究区生态安全变化情况

变化程度	主要分布区域	面积/万 ha	百分比/%
明显变好	—	0.036 8	0.02
变好	合川、北碚、渝北、涪陵	30.149 1	13.07
无明显变化	巴南、江津	68.140 1	29.54
变差	铜梁、九龙坡、璧山、沙坪坝、长寿、南川	121.454 5	52.65
明显变差	永川	10.895 2	4.72

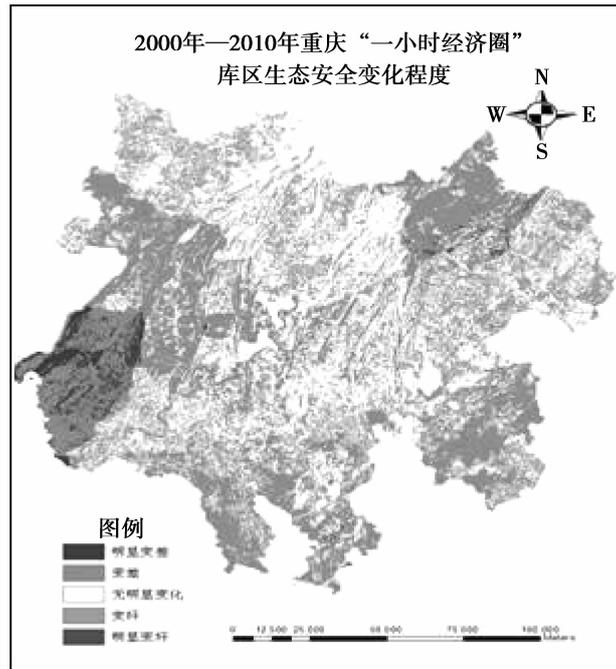


图 5 研究区生态安全变化情况

库区生态系统十分脆弱,易受外界干扰,且恢复能力弱^[12]。研究区生态安全变化程度不仅受到城市化进程加速、人口增多、科技进步、社会经济发展加快等城市活动的影响,另一个重要原因是三峡水库的建设与启动。三峡工程对重庆库区生态环境带来的许多无法避免的影响和不可逆转的改变^[13]。

5 结 论

根据生态安全的意义与内涵以及生态安全评价的本质,采用 P-S-R 模型确定评价因子,运用层次分析法确定指标权重,建立生态安全评价指标体系,应用 RS, GIS 技术对评价因子进行提取,对地理信息进行空间分析、叠加分析等,最终实现了对重庆“一小时经济圈”库区的生态安全评价。

(1) 重庆“一小时经济圈”库区生态安全状况总体属于中等偏下水平,地区差异明显,总体呈下降趋势,但各地区变化程度不同。

(2) 研究区生态安全情况主要受到城市发展、人类活动、科技进步等,以及三峡工程建设的影响。生态环境发生了巨大变化。

(3) 虽然重庆市政府已采取各种宏观调控措施,以整治环境恶化的问题,但由于库区生态系统脆弱,易外界干扰,且恢复能力差,库区生态安全问题依然需要进一步解决。

参考文献:

- [1] BOWMAN J L. An assessment of habitat suitability and human attitudes for black bear restoration in Mississippi[J]. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 1996, 61(1): 5-12
- [2] CONCA K. In the name of Sustainability: Peace Studies and Environmental Discourse[J]. *Peace and Change*, 1994, 19(2): 91-113
- [3] GOSTANZA K. The value of the world's ecosystem service and natural capital[J]. *Nature*, 387(15): 253-260
- [4] 杨京平, 卢剑波. 生态安全的系统分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002
- [5] 王三. 重庆市“一小时经济圈”生态安全评价研究[D]. 重庆: 西南大学, 2010
- [3] 高长波, 陈新庚. 区域生态安全: 概念及评价理论基础[J]. *生态环境*, 2006, 15(1): 169-174

- [4] 崔胜辉,洪华生,黄云凤.生态安全研究进展[J].生态学报,2005,25(4):861-868
- [5] 黄青,任志远.论生态承载力与生态安全[J].干旱区资源与环境,2004,18(2):11-17
- [6] 周李磊,林孝松.基于主成分分析的重庆市县域经济综合评价[J].重庆工商大学学报:自然科学版,2013,30(1):21-23
- [7] 谭翔.重庆“一小时经济圈”基础设施网络化模式研究[D].重庆:重庆大学,2008
- [8] 李新,程国栋,卢玲.空间内插法比较[J].河北科技大学学报,2004,25(1):10-15
- [9] 王朝科.建立生态安全评价指标体系的几个理论问题[J].统计研究,2003(9):17-20
- [10] 熊鹰.湖南省生态安全综合评价研究[D].湖南:湖南大学,2008
- [11] 苏小苗.山西省土地资源生态安全评价[D].山西:山西大学,2008
- [12] 沈渭寿,张慧.区域生态承载力与生态安全研究[M].北京:中国环境科学出版社,2010
- [13] 周启刚,张叶,陈倩.三峡库区生态屏障带划分与土地利用现状研究——以重庆市万州区为例[J].重庆工商大学学报:自然科学版,2012,29(11):65-71

The Ecological Safety Evaluation on Chongqing “One-hour Economic Circle” Section at Three Gorges Reservoir Area

ZHANG Zhi-hong¹, ZHAO Wei²

(1.Chongqing Rural Land Exchange, Chongqing 400067, China; 2.School of Tourism and Land Resource,
Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: Based on Geographic Information System, in accordance with the diversified and real remote sensing image data and other materials, this research assesses ecological security for the reservoir area in Chongqing one-hour economic circle. Spatial analysis in GIS and geostatistics are used to analyze the geographical information about the research area. This research adopts the scientific method to build the evaluation index system, grade evaluation rank, and make comprehensive evaluation analysis. This research obtains ecological security evaluation results of this area in 2000 and in 2010 and the changing situation of ecological security in this period.

Key words: ecological security; evaluation system; evaluation methods; “3S”

责任编辑:罗泽举

校 对:田 静