

# 重庆三峡库区生态功能区划研究\*

张凤太<sup>1,2</sup>, 苏维词<sup>3,4</sup>, 梁玉华<sup>1,2</sup>

(1. 贵州教育学院 地理旅游系; 2. 贵州教育学院 资源环境与灾害研究所, 贵阳 550003;  
3. 重庆师范大学 地理科学学院, 重庆 400047; 4. 贵州省科学院 山地资源研究所, 贵阳 550001)

**摘要** 生态功能区划是实施区域生态环境保护建设和科学管理的基础。以长江三峡库区(重庆段)沿江区域受库区蓄水影响的23个区县为研究对象,确立能够反映生态功能区划的目的、区域分异规律、区域生态环境特征和范围的指标,采用定量分析(系统聚类方法)和定性分析(图形叠置法)的方法,将重庆三峡库区划分为6大生态功能区。为重庆三峡库区的生态系统管理提供初步的管理框架和尺度范围。

**关键词** 三峡库区;生态功能区划;聚类分析法;主成分分析法;图形叠置法;重庆

中图分类号: X171.1; X321

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2008)04-0022-05

生态功能区划是依据生态系统的基本结构原理,根据生态系统为人类提供的生态系统服务功能的相似性、区域生态环境要素相似性、生态环境敏感性,识别和将区域划分成不同生态功能区,进而进行有效管理的过程<sup>[1]</sup>。生态区划概念最早是在1976年由美国生态学家贝利提出,认为区划是按照其空间关系来组分自然单元的过程。随着一系列生态环境问题的出现,生态学家开始广泛应用生态区划与生态制图的方法与成果,阐明生态系统对全球变化的反应,分析区域生态环境问题形成的原因和机制,生态区划从而成为研究热点<sup>[2]</sup>。三峡库区生态功能多样性丰富,生态地位重要,但几乎没有专门针对三峡库区的生态功能区划研究。本文将定性定量研究方法相结合对三峡库区进行生态功能区划,为制定库区生态环境保护建设和建设规划,维护三峡库区生态安全和促进库区社会、经济和生态环境协调可持续发展提供科学依据,为三峡库区生态系统管理和监控提供有用的信息和方法参考。

## 1 生态功能区划方法依据和原则

本研究采用定量与定性相结合的方法,参考和借鉴自然区划的一些原则和方法进行三峡库区生态功能区划。定性方法主要采用图形叠置法,定量方

法主要采用聚类分析法。具体做法为:采用聚类分析方法进行生态区划,同时,应用图形叠置法来进行调整和纠正,以期能保持生态系统功能的完整性。

区划单位的指标体系是进行生态功能区划的主要依据。不同层次的生态功能区划单位区划,划分依据是不同的,为了能够反映生态功能区划的目的和区域分异规律,应根据生态功能区划的特点和区划对象的范围,以主导因素为区划的主要指标进行划分。生态功能区划应遵循以下原则<sup>[3]</sup>:可持续发展与前瞻性原则;区域分异原则;生态系统等级性原则;相似性与差异性原则;区域空间连续性原则。

## 2 三峡库区生态功能区划指标体系

### 2.1 研究区范围和概况

不同学者根据受库区水位上涨的影响程度的大小对三峡库区重庆段范围的划分具有差异,本文根据生态系统的完整性和便于行政上的管理对三峡库区重庆段的范围做了相应的调整,将受蓄水和移民影响的渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、北碚区、渝北区、巴南区、长寿区、涪陵区、万州区、丰都县、忠县、开县、云阳县、奉节县、巫山县、巫溪县、武隆县、石柱县、江津县、永川区等23区县划分为三峡重庆库区的范围。三峡重庆库区地

\* 收稿日期 2008-07-11 修回日期 2008-08-13

资助项目 国家自然科学基金(No. 40561006) 国家社科基金(No. 06XJY017) 贵州省优秀青年科技人才培养计划(黔科人字(2005)013) 贵州省自然科学基金(黔科基字 2006(096号)) 贵州省省长基金(黔省专合字(2006)72号) 重庆市教委科研项目(No. KJ050808) 重庆市自然科学基金(No. CST2007BB7225)

作者简介 张凤太(1979-)男 助教 硕士 研究方向为区域经济与生态系统管理 通讯作者 苏维词 E-mail: suweici@sina.com.

处中纬度中亚热带湿润地区,属于湿润亚热带季风气候,年均气温 $14.8 \sim 18.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,平均降水量 $1038 \sim 1186 \text{ mm}$ ,地貌类型复杂多样,山地面积占 $71.3\%$ ,丘陵台地占 $22.8\%$ ,平原、岗地、坝地仅占 $5.9\%$ <sup>[4]</sup>;库区内河网密布,生物多样性丰富。

## 2.2 生态功能区划指标的确定

根据三峡库区生态环境的实际情况及聚类分析建模的要求,在指标确定上要依据如下原则:1)指标要具有可比性,即指标要全面反映重庆三峡库区生态环境状况;2)指标的分辨意义和差异性显著,以避免选用指标因地域差异过小给归类带来困难;3)指标不能高度相关;4)指标数据收集的可行性。

依据以上原则,依据生态系统类型和生态服务功能类型,区划时应该保持区内生态系统类型与过程的完整性,同时兼顾生态服务功能类型的一致性。根据三峡库区生态系统的客观实际和基础资料情况,采用空间变异度分析和相关分析对指标进行筛选<sup>[5]</sup>。

$$c_{vj} = \frac{S_j}{X_j} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

式中 $c_{vj}$ 为变异系数; $S_j$ 为标准差; $X_j$ 为均值。将所属各个区县相关指标的原始数据输入电脑,将相关系数大且空间变异小、分辨意义差的指标去掉,经筛选最后确定19个指标,分别为 $X1 \sim X19$ 。归并为4大类影响因素,作为区划的指标(表1)。

表1 三峡库区生态功能区划指标

Tab. 1 The indicators of the ecological function zong of Three Gorges reservoir area

指标分类	指标	单位	指标描述
自然条件指标	X1 耕地面积的比重	%	自然条件对区域生态系统类型和特征的综合影响
	X2 低山面积比重	%	地形和地貌的一个基本指标
	X3 中山面积比重	%	地形和地貌的一个基本指标
	X4 岩溶地貌面积比重	%	岩溶地区生态脆弱的指标
	X5 水面面积比重	%	库区蓄水,水面面积增加,下垫面性质改变,影响生态功能
	X6 消落区面积比重	%	消落区周期性涨落水面,是库区生态环境极度脆弱区域
	X7 大于25度陡坡耕地占总耕地面积比重	%	影响水土流失
	X8 森林覆盖率	%	森林覆盖率是生态环境质量的重要指标
经济社会发展指标	X9 人均水资源量	$\text{m}^3/\text{人}$	水资源的多少以及水质的好坏是地区生态环境质量的衡量标准之一
	X10 人均GDP	元/人	反映人类活动的强度
	X11 人口密度	人/ $\text{km}^2$	反映对环境的压力大小
生态环境现状指标	X12 城镇化率	%	城市化水平越高,生态环境越脆弱,对自然生态环境本底影响越大
	X13 土壤侵蚀模数	$\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{年})$	生态环境好坏的重要指标
	X14 滑坡体积密度	$\text{m}^3/\text{km}^2$	地质灾害的重要指标
	X15 水质污染指数		环境污染重要指标
生态环境敏感性综合指标	X16 大气污染指数		环境污染重要指标
	X17 土壤侵蚀敏感性综合指数		反应水土流失潜力、生态环境脆弱性指标
	X18 酸雨敏感性综合指数		环境污染重要指标
	X19 石漠化敏感综合指数		反应岩溶地区生态脆弱性的指标

注:X11指标为《重庆市统计年鉴》(2002)数据,X13~X19指标数据来源于《三峡库区生态功能区划报告》(成都山地所、重庆师范大学、西南师范大学,2007),部分指标参考《重庆市生态功能区的划分》(罗怀良,2006)。

## 3 三峡库区生态系统区划结果

### 3.1 初步区划结果

1)数据主要来源于重庆市统计年鉴(2002、2004),部分数据来源于《重庆市生态功能区划报告》(成都山地所、重庆师范大学地理学院和西南师

范大学地理学院,2007)。另外采用2004年三峡库区TM/ETM卫星影像数据,在遥感图像处理软件ERDAS8.5平台下用地形图(1:50000)进行纠正。目标解译采用标准的假彩色RGB-2,3,4组合。通过野外实地考察来建立遥感解译标志库,结合重庆市土地利用/覆被变化变更调查和《重庆市统计年



4)定义类与类之间归并时的距离并聚类。根据以上计算所得到的欧氏距离,对三峡库区23个区县(自治县)进行聚类,得到表3所示的聚类结果。由聚类分析的基本原理我们知道,类之间密切程度最高的,即距离最小的,最先合并,因此该列中的数值与第一列的聚类步骤相对应,从小到大排列;新类首次出现步骤对应于各聚类步骤的参与合并的两项中,如果有一个是新生成的类,则在对应列中显示出该新类在哪一步第一次生成<sup>[7]</sup>;新类聚类步骤表示对应步骤生成的新类将在第几步与其他类合并。例如,步骤2为8渝北区观察值与10长寿区观察值合并,合并后的距离系数为2.224,新观察值的编号为8,下次合并的地方为步骤3;而在步骤3中,来源于步骤2的观察值8渝北区与7北碚区观察值合并,合并后的距离系数为3.461,依次类推,反复进行,每进行一次缩小一类,直到所有代表样本归为一类而联成一个完整的分类系统为止。聚类分析结果见图1。

表3 聚类表

Tab.3 The clustering table

聚类步骤	合并聚类		差异系数	新类首次出现步骤		新类聚类步骤
	聚类1	聚类2		聚类1	聚类2	
1	11	22	1.061	0	0	6
2	8	10	2.224	0	0	3
3	7	8	3.461	0	2	16
4	3	6	4.736	0	0	14
5	17	20	6.032	0	0	11
6	9	11	7.378	0	1	12
7	2	4	8.740	0	0	10
8	13	21	10.246	0	0	11
9	12	16	11.778	0	0	13
10	2	5	13.336	7	0	14
11	13	17	14.979	8	5	15
12	9	14	16.696	6	0	18
13	12	15	18.450	9	0	17
14	2	3	20.551	10	4	19
15	13	18	22.883	11	0	17
16	7	23	25.897	3	0	18
17	12	13	29.132	13	15	20
18	7	9	32.459	16	12	19
19	2	7	37.404	14	18	21
20	12	19	42.481	17	0	22
21	1	2	49.135	0	19	22
22	1	12	62.732	21	20	0

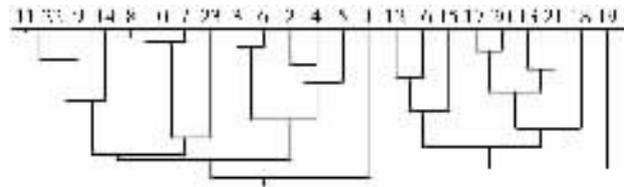


图1 聚类分析树状图

Fig.1 The clustering analysis tree

注:图中数字1~23依次代表前述三峡重庆库区的23个区县。

另外应用SPSS11.0软件所提供的聚类方法,先后用类间平均链锁法、最长距离法、重心法、中间距离法、离差平方等方法5种系统聚类法对其聚类,5种方法的聚类结果大体一致,验证了以上聚类是正确的。

从图1和表3很明显看出,取 $29.132 \leq d \leq 32.459$ ( $d$ 为距离系数)结合三峡库区实际情况,研究区可以分成6个区:A区:2-大渡口、3-江北区、4-沙坪坝、5-九龙坡、6-南岸区;B区:1-渝中区;C区:11-涪陵区、22-江津区、9-巴南区、14-忠县、8-渝北区、10-长寿区、7-北碚区、23-永川区;D区:12-万州区、15-开县、16-云阳县;E区:17-奉节县、18-巫山县、20-武隆县、21-石柱县、13-丰都县;F区:19-巫溪县。

### 3.2 图形叠置分析对区划结果的优化

在以上聚类分析的基础上,分别考虑自然条件中地质地貌条件、人类活动强度、自然环境敏感性等三大因素的相似性和一致性,同时考虑分区结果与植被图、土壤侵蚀现状图、地形图等图件进行图形叠置的结果进行综合(见封三彩图2—彩图4),按照区域共轭原则,考虑行政区划的完整性,三峡水库蓄水到175m后对生态环境的影响和重庆市社会经济发展的战略规划,同时还要考虑特殊地段特殊生态功能区。

基于以上考虑,将聚类分析得出的B区的渝中区和F区的巫溪县分别归为在地形地貌、下垫面性质、植被覆盖相近的A区和E区。结合三峡库区的地形地貌图将三峡库区水面生态系统和库区消落带人工生态区单独列出。对聚类结果进行调整和优化后得出三峡库区生态功能区划(见封三彩图5):都市圈经济发达生态区:渝中区、大渡口、江北区、沙坪坝、九龙坡、南岸区;都市外围圈平行岭谷山地丘陵农业生态区:涪陵区、江津区、巴南区、渝北区、长寿区、北碚区、永川区;库区腹地平行岭谷山地丘陵农林生态区:万州区、开县、忠县、云阳县;三峡库区岩溶地貌生态敏感区:奉节县、巫山县、武隆县、石柱县、丰都县、巫溪县。三峡水库消落带人工湿地生态区:忠县、长寿、涪陵、万州、丰都、开县、云阳和石柱

等区县沿江河受水库蓄水影响的部分地区 ;三峡库区水面生态系统( 河流 )。

## 4 结论

当今社会 ,人类对生态环境的影响越来越严重 ,生态系统日益受损 ,其提供服务功能的能力逐渐衰退。人们开始考虑对生态系统进行管理 ,保持生态系统的稳定和可持续性<sup>[8]</sup>。生态功能分区是依据区域生态环境敏感性、生态服务功能重要性以及生态环境特征的相似性和差异性而进行的地理空间分区。生态系统研究需要明确分析时间和空间尺度<sup>[9]</sup> ,生态系统管理将分析的空间尺度定义为管理单元 ,生态系统管理要根据不同的管理单元的生态系统的结构和功能特征来因地制宜地进行管理。因此 ,重庆三峡库区生态功能分区是库区生态系统管理的基础和管理的目标范围。为制定切实可行的生态环境保护和管理措施提供科学依据 ,是三峡库区生态建设和生态保护的一项重要的基础性工作。

### 参考文献 :

[ 1 ] 燕乃玲 ,赵秀华 ,虞孝感. 长江源区生态功能区划与生态

系统管理[ J ]. 长江流域资源与环境 ,2006 ,15( 5 ) :598-600.

[ 2 ] 俞洁 ,邵卫伟 ,于海燕 ,等. 浙江省生态功能区划研究[ J ]. 环境污染与防治 ,2006 ,28( 8 ) :620-624.

[ 3 ] 张伟东 ,王雪峰. 辽宁省生态功能区划研究[ J ]. 中国农业资源与区划 ,2007 ,28( 2 ) :58-63.

[ 4 ] 郑晓兴 ,张浩 ,王祥荣. 长江三峡库区( 重庆段 )沿江区域生态功能区划[ J ]. 复旦学报( 自然科学版 ) ,2006 ,45( 6 ) :732-735.

[ 5 ] 秦耀辰. 区域系统模型及其应用[ M ]. 河南 :河南大学出版社 ,1994 :118-119.

[ 6 ] 张超 ,余国培. 计量地理学基础实习与计算程序[ M ]. 北京 :高等教育出版社 ,1989 :87-90.

[ 7 ] 张凤太 ,苏维词 ,张吉伟. 重庆三峡库区生态经济区农业发展水平聚类分析[ J ]. 生态与农村环境学报 ,2007 ,23( 2 ) :18-23.

[ 8 ] 陈涛 ,徐瑶. 基于生态足迹模型的贵州可持续发展能力定量评价[ J ]. 西华师范大学学报( 自然科学版 ) ,2005 ,26( 2 ) :213-218.

[ 9 ] 闫玲 ,苏维词. 重庆三峡库区经济可持续发展的时空分析[ J ]. 重庆师范大学学报( 自然科学版 ) ,2007 ,24( 2 ) :77-81.

## A Case Study of Ecological Regionalization in Chongqing Three Gorges Reservoir Area

ZHANG Feng-tai<sup>1 2</sup> , SU Wei-ci<sup>3 4</sup> , LIANG Yu-hua<sup>1 2</sup>

( 1. Geography and Tourism Department , Guizhou Education College ;

2. Institute of Environment Resources and Disaster , Guizhou Education College , Guiyang 550003 ;

3. College of Geography , Chongqing Normal University , Chongqing 400047 ;

4. Institute of Mountain Resource , Guizhou Academy of Sciences , Guiyang 550001 , China )

**Abstract :** The ecological regionalization is the foundation of the implementation of the regional protection of the ecological environment construction and scientific management. The ecological status of the Three Gorges reservoir area is of importance , and the ecological function zoning for the Three Gorges reservoir area is the infrastructure work of ecosystem management and maintenance of ecological diversity. This paper is to study the 23 districts and counties of the Three Gorges Reservoir Area( Chongqing ) affected by water storage along the Yangtze River , select indicators of screening by the use of space variability analysis and establish the indicators response to the purpose of regional differentiation , characteristics and scope of ecological function zoning. In the use of quantitative analysis( Clustering system ) and qualitative analysis( graphic overlay ) method , the Chongqing Three Gorges reservoir area will be divided into six major ecological function area( The metropolitan economic development ecological zones , the mill valley parallel mountainous and hilly agro-ecological zones outside the city ring , Mill valley parallel mountainous and hilly agriculture and forestry ecological zones of hinterland of the reservoir area , the karst topography ecologically sensitive areas of the Three Gorges reservoir area , the artificial wetland ecological zone of the Three Gorges reservoir drawdown , Three Gorges Reservoir water ecosystems ( rivers ) ) , providing a preliminary framework and the scope and scale of the management for the ecosystem management of Three Gorges reservoir area in Chongqing.

**Key words :** the Three Gorges reservoir area ; ecological regionalization ; cluster analysis ; principal component analysis ; graphics overlay method ; Chongqing

(接正文25页)

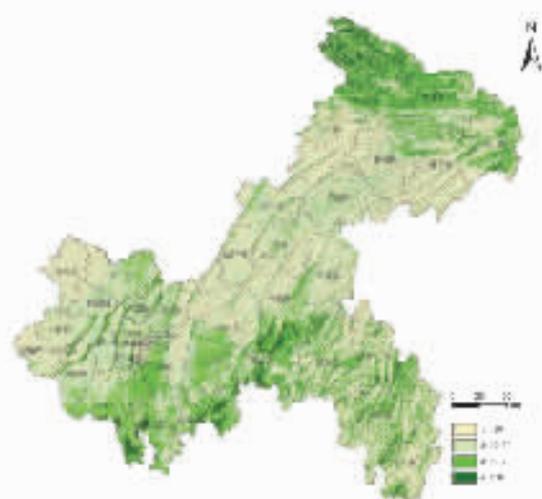


图2 重庆市植被覆盖度分布图  
Fig.2 Distribution of vegetation coverage of Chongqing

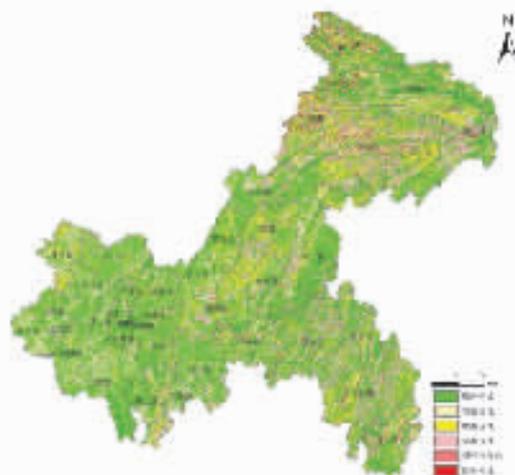


图3 重庆市土壤侵蚀现状图  
Fig.3 Soil erosion map of Chongqing

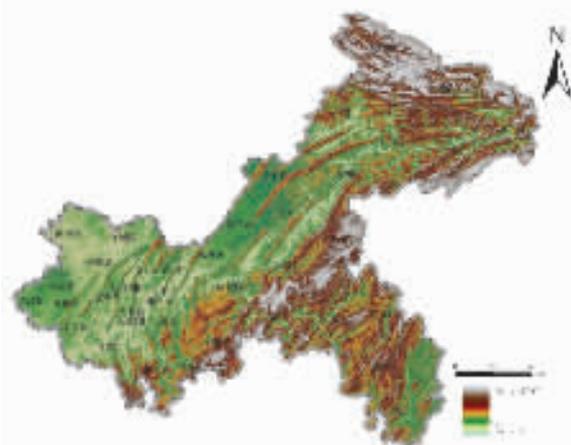


图4 重庆市地形(高程)图  
Fig.4 Terrain (elevation) map of Chongqing

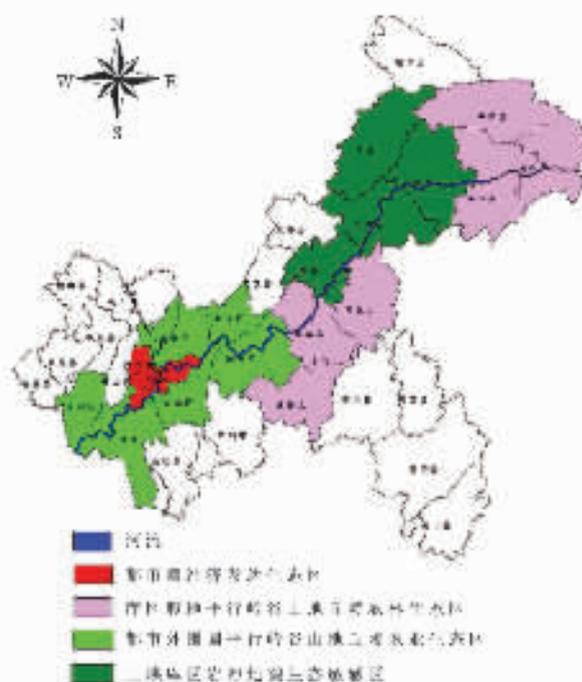


图5 三峡库区生态功能区划图  
Fig.5 Zoning map of ecological functions of the Three Gorges reservoir