

重庆市生态功能区的划分

罗怀良^{1,2},朱 波³,刘德绍⁴,贺秀斌³

(1. 西南大学地理科学学院,重庆 北碚 400715;2. 四川师范大学地理与资源科学学院,成都 610066;
3. 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所,成都 610041;4. 重庆市环境保护局,重庆 400015)

摘要:生态功能又称生态服务功能,是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。生态功能区划是研究生态系统生态功能,判断生态系统分异和变化特征,提出生态退化恢复策略的基础。重庆市生态功能区划采用 3 级分区(自然生态区、生态亚区和生态功能区)的等级体系,采用定性与定量相结合的方法进行区划。其中,自然生态区的划分以自然环境因素中的地貌因子为主要指标,采用聚类分析法与图形叠置法来进行;生态亚区的划分采用选取形成生态系统特征、影响生态服务功能的特征因子进行聚类分析,并辅之以主成分分析法来完成;生态功能区的划分以生态敏感性评价和生态服务功能重要性的评价结果为依据,采用主导标志法进行区域划分。区划界线的拟订采用专家智能集成、数理统计分析 with GIS 的空间表达相结合的方法。最后将重庆市生态功能区划分为 4 个自然生态区,7 个生态亚区,13 个生态功能区。

关键词:生态服务功能;生态功能区划;重庆市

文章编号:1000-0933(2006)09-3144-08 中图分类号:P902,P942,Q14,Q948 文献标识码:A

Regionalization of ecological function in Chongqing City, China

LUO Huai-Liang^{1,2}, ZHU Bo³, LIU De-Shao⁴, HE Xiu-Bin³ (1. School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China; 2. College of Geography and Resources Science, Sichuan Normal University, Chengdu 610066, China; 3. Chengdu Institute of Mountain Hazards & Environment, Chinese Academy of Science, Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China; 4. Chongqing Bureau of Environmental Protection, Chongqing 400015, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(9): 3144 ~ 3151.

Abstract: The natural environment and its effectiveness sustained by ecosystem for human life are defined as ecological function or ecological service function. Ecological function regionalization is the basis for understanding the services of ecosystem, evaluating differences and characteristics of ecosystem, and identifying countermeasures for resuming degraded ecosystem. Based on the general scheme of ecological regionalization in China, sensitive ecoregion of Three Gorges Reservoir Area in Chongqing City was outlined in this study. In this paper, a comprehensive analysis of the ecological environment in Chongqing City was performed and the principals of ecological function regionalization were discussed. Three levels units (physical ecoregion, sub-ecoregion, and eco-function region) and a comprehensive method of combing quantitative analyses with qualitative analyses were utilized for the regionalization. The main qualitative analyses performed in the regionalization included superimposed graphics and a method of dominant indication; and the quantitative analyses in the regionalization included cluster and principal component analyses. Taking geomorphologic factors as main indexes, physical ecoregions were divided by the cluster analysis and the superimposed graphics. Factors forming features of ecosystem and influencing ecological service function were selected as indexes; sub-ecoregions were divided by the cluster and principal component analyses. To assess the ecological sensitivity and the importance of ecological

基金项目:国家重大基础研究前期专项资助项目(2005CCA05400);中国科学院知识创新工程重要方向性资助项目(KZCX3-SW-330);重庆市环保专项资助项目

收稿日期:2005-06-05;**修订日期:**2006-02-24

作者简介:罗怀良(1966~),男,四川省洪雅县人,博士,副教授,主要从事区域地理、环境影响评价与规划研究。E-mail: huaill@163.com

Foundation item: The project was supported by Special Program in Advance of National Major Basic Study (No. 2005CCA5400); The Important Knowledge Innovation Project of CAS (Chinese Academy of Sciences) (No. KZCX3-SW-330), Special program of Chongqing Bureau of Environmental Protection

Received date: 2005-06-05; **Accepted date:** 2006-02-24

Biography: LUO Huai-Liang, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in regional geography, environmental impact assessment and plan. E-mail: huaill@163.com

service function, eco-function regions were divided by the method of dominant indication. Intelligent determination, statistical analysis, and geographical information system (GIS) were taken into account to determine boundary lines of delineation. The results showed that Chongqing Municipality could be ecological characterized as 4 first-level unit areas (physical eco-region), 7 second-level areas (sub-eco-region) and 13 third-level areas (eco-function region).

Key words: ecological services function; eco-function regionalization; Chongqing City

20 世纪 80 年代初期中国地理学家开始将生态系统引入自然地域系统的区划研究,并将生态学的理论和方法应用到区划中^[1]。到 20 世纪末开始了生态地理区划的新阶段,一些学者相继提出了各自不同的中国生态(地理)区划方案^[1-4]。在全国尺度生态区划研究日趋成熟的时候,国家环保总局于 2002 年要求全国各地在完成生态环境现状调查(2001 年)的基础上开展生态环境保护与建设方面的一项重大基础性工作——生态功能区划^[5]。生态功能区划率先在西部的甘肃、内蒙古和新疆等地开始试点,随后在全国各地普遍展开。

生态功能又称生态服务功能,是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。生态系统服务功能包括有机物质的合成与生产、生物多样性的产生与维持、营养物质贮存与循环、水源涵养与水文调节、土壤形成与保持、气候调节、自然灾害的减轻、环境净化、旅游娱乐等。生态功能区划是在研究区域生态因子及生态系统结构、过程和功能的空间分异规律的基础上,按照一定的原则、方法和指标体系进行生态环境功能区的划分,为生态系统资源信息的配置提供一个地理空间上的框架,合理划分生态环境功能,揭示区域生态环境问题的形成机制,提出综合整治方向与任务,为区域资源开发与生态环境保护提供决策依据,为区域生态环境整治服务,促进资源、环境和社会经济的可持续发展。本研究结合重庆市的实际情况对生态功能区划的方法和指标选取等问题进行探讨,并提出重庆市生态功能区划方案。

1 重庆市生态功能区划单位的等级体系

重庆市生态功能区划是在国家环保总局编制的《中国综合生态区划方案》基础上进行的,该方案采用的是傅伯杰等人^[3]提出的《中国生态区划方案》。《中国生态区划方案》^[3]根据我国的自然地域特点、生态系统类型、主要区域环境问题和人类活动状况等要素,采用自上而下逐级划分、专家集成与定量分析相结合的方法^[2],采用三级区划单位将全国划分为 3 个生态大区(一级区),13 个生态地区(二级区)和 57 个生态区(三级区)。重庆市位于《中国生态区划方案》中的东部湿润、半湿润生态大区,属于亚热带湿润常绿阔叶林生态地区中的三峡库区敏感生态区。本研究所进行的重庆市生态功能区划是在《中国生态区划方案》基础上建立的,是对《中国生态区划方案》中的三峡库区敏感生态区重庆部分进行进一步的划分。

为满足宏观指导与分级管理的需要,区域生态功能区划必须对自然区域开展分级区划。通过比较重庆市社会经济、生态环境及生态功能等特征指标的异同,按照气候与地貌指标的一致性,并考虑与国家环保总局编制的《中国生态综合区划方案》衔接,本研究将重庆市生态功能区(三峡库区敏感生态区重庆部分)分 3 级开展逐级区划。其相应的区划单位也分为 3 个等级:自然生态区(physical eco-region)、生态亚区(sub-eco-region)和生态功能区(eco-function region)。

在重庆市生态功能区划单位的等级体系中,一级区划单位——自然生态区(physical eco-region)主要考虑天然生态系统形成的自然地理环境条件,以气候、地貌等自然地理特征的差异为依据进行划分。二级区划单位——生态亚区(sub-eco-region)主要考虑自然生态区内生态系统的差异,根据生态系统类型与生态服务功能类型的差异划分出生态亚区。最后根据生态服务功能的重要性、生态环境敏感性及其在地理空间分配的相似性与差异性并与重庆市生态环境问题相结合,在生态亚区内进一步划分出三级区划单位——生态功能区(eco-function region)。

2 重庆市生态功能区划的原则

重庆市生态功能区划的目的在于分析重庆市生态系统的结构、功能及其分布特征,判明该区主要生态环境问题、成因与分布,确定生态环境敏感性特点,评价不同生态系统类型的生态服务功能及其重要性,提出生

态功能区划方案,并确定各功能区的生态环境功能和社会经济功能,及生态功能区划应遵循的原则^[15-9]。

2.1 可持续发展原则

生态服务功能评价与区划的目的是促进水、土、生物、矿产等资源的合理利用与开发,避免盲目的资源开发和生态环境的破坏,增强区域社会经济可持续发展的生态环境支撑能力,促进区域社会的可持续发展。

2.2 发生学原则

生态服务功能的形成与生态系统结构、功能、演变过程和格局等密切相关,如生态系统的水土保持功能的形成与降水特征、土壤结构、地形地貌特点、植被类型、土地利用类型等诸多因素相关。因此,在生态功能区划中应分析区域生态环境问题、生态环境敏感性、生态服务功能与生态系统结构、功能及其时空变化的关系,明确区划中的主导因子及区划的生态学基础与依据。

2.3 区域相关性原则

任何生态服务功能都具有相应的空间特点,并与该区域、临近区域,甚至更大范围的自然环境与社会经济因素相关,在生态功能的评价和区划中,往往要从本区域、全流域、全国甚至全球尺度考虑。重庆市地处亚热带湿润地区,河流是非常重要的区域联系纽带,在本区划中特别强调和重视流域内上、中、下游间的相互关系。

2.4 相似性原则

自然环境是生态系统形成和演化的物质基础,虽然在特定区域内生态环境状况趋于一致,但自然因素的差异和人类活动的影响,使得区域内生态系统结构、功能和服务功能存在某些相似性和差异性。生态功能区划正是根据生态系统结构、功能指标的一致性与差异性进行分区的。

2.5 区域共扼原则

生态功能区域划分单元必须具有独特性,空间上完整的自然区域。即任何一个生态功能区必须是完整的个体,不存在彼此分离的部分。

2.6 前瞻性原则

生态功能区划的目的是保护具有重要生态服务功能的生态区。因此,生态区划要在充分把握生态系统结构与功能演变趋势的基础上,结合区域社会经济发展方向,高度重视区域未来社会经济发展而导致的生态环境效应、生态服务功能的变化,使区划具有前瞻性。重庆市位于三峡水库的库尾地带,三峡工程的建设对本区具有直接而巨大的影响。为此,我们在区划方案中把三峡工程完工后,将形成的水库消落带和移民开发区等区域单独列出。

3 重庆市生态功能区划方法

由于生态功能区划是一项有别于传统自然地域系统划分的全新工作。本研究采用定量与定性相结合的方法,并参考和借鉴自然地域系统划分的一些方法进行重庆市生态功能区划,界线拟订采用专家智能集成、数理统计分析与GIS的空间表达相结合的方法^[4]。定性方法主要采用图形叠置法和主导标志法,定量方法主要采用聚类分析法和主成分分析法。具体做法为:在该市一级区划单位的划分中将聚类分析的定量结果与图形叠置相结合进行;在其下的二级区划单位划分中先选取形成生态系统特征、影响生态服务功能的特征因子,再采用聚类分析,并辅之以主成分分析法。在生态敏感性和生态服务功能重要性评价的基础上,三级区划单位的划分采用定性的主导标志法进行区域划分。

3.1 图形叠置法

图形叠置是一种传统的区划方法,常在较大尺度的区划工作中使用,该方法在一定程度上可以克服专家集成在区划界线确定上的主观臆断性。其基本做法是将若干自然要素、社会经济要素和生态环境要素的分布图和区划图叠置在一起得出一定的网格,然后选择其中重叠最多的线条作为区划的依据。根据生态功能区划的技术规程和重庆市基础工作的现状,在本区划中采用土地利用现状图、地形图、土壤侵蚀分级图、植被类型图和土壤类型图等图件进行图形叠置,通过GIS处理,从而得到区划界线。

3.2 主导标志法

主导标志法是在综合分析的基础上,选择主导标志作为区域划分的依据,由此得出区划界线,这种界线意义比较明确。本研究在进行三级区划单位划分时,采用生态敏感性评价和生态服务功能重要性评价的结果,选取主导标志进行区域划分。

3.3 聚类分析法

聚类分析又称群分析,它是研究对样品或指标进行分类的一种多元统计方法。本研究采用目前在实际应用中最多的一种聚类方法——系统聚类法。系统聚类的基本过程为:开始每个对象自成一类,然后每次将最相似的两类合并,合并后重新计算新类与其他类的距离或相近性测度。这一过程一直继续到所有对象归为一类为止。

在聚类过程中计算各样本要素间或特征值间的相似程度或关系程度的分类统计量(相似系数和距离等)的计算方法多种多样,聚类原则也不尽相同。本研究中的聚类分析采用在实际应用中应用比较广泛、分类效果较好的聚类原则——离差平方和法(WARD)^[10,11]。WARD的基本思想是先将 n 个样品各自成一类,此时 W (离差平方和) $=0$,然后每次将其中某两类合并成一类,因每缩小一类离差平方和就要增加,每次选择使 W (离差平方和)增加最小的两类进行合并,直至所有样品合并为一类为止。离差平方和法聚类原则要求样品间距离必须采用欧氏距离。

本研究中一、二级区划单位的划分均采用聚类分析与其它方法结合进行,其聚类分析采用国际上著名的统计分析系统软件 SAS^[10](Statistical Analysis System)来完成。

3.4 主成分分析法

主成分分析是将多个指标化为少数几个综合指标的一种统计分析方法。变量太多,会增加分析问题的难度与复杂性,而且在许多实际问题中,多个变量之间是具有一定的相关关系的,因而使得所观测到的数据在一定程度上反映的信息有所重叠。主成分分析方法能较好解决这一问题。本区划在二级区划中将主成分分析方法与聚类分析结合起来确定二级区划的生态服务功能定位与区划界线。

主成分分析的过程大致为^[10,11]:先计算指标数据的相关矩阵,再计算相关矩阵的特征值和特征向量。然后从相关矩阵的特征值中找出主成分,最后利用特征向量各分量的值可以对各主分量进行解释,从而确定出相应的指标因子,便于综合分析。在本区划二级区划单位划分中其主成分分析的运算也用 SAS 软件来完成。

4 重庆市生态功能区划指标的选取

由于生态服务功能分区是依据区域生态服务功能的重要性、相似性和差异性而进行的地理空间分区。生态功能区划致力于区分生态系统或区域对人类活动的服务功能,以满足人类需求及对区域生态环境安全的重要性为区划标志。由于不同级别的区划的依据和侧重点不尽相同,其区划指标也应具有相应的针对性。本研究依据重庆市实际情况和基础资料基础,并依据生态区划原则的要求,在完成生态环境敏感性评价(包括水土流失、酸雨、石漠化和滑坡敏感性评价)和生态服务功能重要性评价(包括生物多样性维持与保护重要性、水源涵养重要性、土壤保持能力和营养物质保持能力评价)的基础上,经系统综合分析筛选,分别确定重庆市的三级区划指标。

4.1 一级区划指标

按照生态功能区划规程要求,一级区划应维持区内气候特征的相似性与地貌单元的完整性。由于重庆市全市均属于亚热带湿润季风气候,大的气候格局比较相似,区内气候的差异主要是非地带性因素地貌差异所致^[12]。因此在进行一级区划时,只要能找出地貌的区域差异就能使一级区的划分既维持区内气候特征的相似性,又能保证地貌单元的完整性。

根据重庆市地貌类型的实际情况,结合地貌对气候的影响,并考虑三峡水库成库后对局地自然环境条件的影响,选择如下九大地貌指标作为一级区划的指标进行聚类分析: X_1 平坝面积的比重(%); X_2 台地面积的比重(%); X_3 丘陵面积的比重(%); X_4 低山面积的比重(%); X_5 中山面积的比重(%); X_6 高原面积的比重(%); X_7 水面面积的比重(%); X_8 三峡水库消落区面积的比重(%); X_9 岩溶地貌面积的比重(%)。

4.2 二级区划指标

二级区划主要以生态系统类型和生态服务功能类型为依据,区划时应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。根据重庆市生态系统的客观实际和基础资料情况,经综合分析筛选,共确定17个形成生态系统特征、影响生态服务功能的特征因子,归并为四大类影响因素,作为生态功能区划分的指标,进行聚类分析和主成分分析:

(1) 形成生态系统特征和服务功能的自然条件指标 X_1 耕地在土地面积中的比重(%), X_2 低山面积的比重(%), X_3 中山面积的比重(%), X_4 岩溶地貌面积比重(%), X_5 大于25°陡坡耕地占总耕地比重(%), X_6 森林覆盖率(%), X_7 人均水资源量(m^3 /人)。

(2) 社会经济发展指标 X_8 人口密度(人/ km^2), X_9 城镇化率(%), X_{10} 人均GDP(元/人)。

(3) 生态环境现状指标 X_{11} 大气污染指数, X_{12} 水质污染指数, X_{13} 土壤侵蚀模数($t/(km^2 \cdot a)$), X_{14} 滑坡体积密度(m^3/km^2)。

(4) 生态环境敏感性综合指标 利用生态环境敏感性(土壤侵蚀敏感性、酸雨敏感性和石漠化敏感性)评价的分级结果,将不敏感、轻度敏感、中度敏感、高度敏感和极敏感等5个级别分别赋予0, 0.25, 0.5, 0.75和1.0的权重,结合各类敏感程度所占的面积求得生态环境敏感性综合指标。这些生态环境敏感性综合指数包括: X_{15} 土壤侵蚀敏感性综合指数; X_{16} 酸雨敏感性综合指数; X_{17} 石漠化敏感性综合指数。

4.3 三级区划指标

由于第三级区划将不能保证县(市、区)级行政区划的完整性,鉴于重庆市县(市、区)以下的区域生态环境资料数据的局限性。不宜用定量分析方法进行这一级的区划。故采用本区划中生态敏感性评价和生态服务功能重要性的评价结果,分别考虑其生物多样性维持与保护重要性、水源涵养重要性、营养物质保持能力、土壤保持能力等主导因素作为区划依据。

本区划中各级区划指标的数据和图件资料主要来源于《重庆市统计年鉴2002》^[13]、2001年重庆市生态环境现状调查数据、相关研究报告以及重庆市相关职能部门的数据资料^[14],土地利用现状图为2000年遥感图像解译结果。

5 重庆市生态功能区划方案

5.1 一级区划结果

首先利用重庆市40个县(区、市)的上述9个生态功能一级区划指标进行聚类分析,将聚类分析的分区结果与土地利用现状图、地形图、植被图、土壤侵蚀分级图和土壤类型图等图件进行图形叠置的结果进行综合,按照区划的共扼性原则,考虑县级行政区划的完整性,三峡水库成库后对生态环境的影响以及重庆市经济社会发展的战略规划。并与全国生态区划相衔接,从而确定将重庆市共划分为4个自然生态区,即四川盆地农业自然生态区、三峡库区平行岭谷农林水复合自然生态区、秦巴山地常绿阔叶—落叶林自然生态区和渝东南、湘西及黔鄂山地常绿阔叶林自然生态区。

5.2 二级区划结果

在二级区划中,首先用前述17个二级区划指标对重庆市的3个一级生态功能区进行聚类分析。在此基

重庆市环境保护局. 重庆市生态环境现状调查报告. 2001年5月

重庆市土地与房屋管理局. 重庆市土地利用总体规划(1997~2010). 1997年

重庆市农业区划办公室. 重庆市土地利用现状调查变更汇总表. 1999年

重庆市水利电力局. 重庆市水土保持生态环境建设规划(2000~2050年). 2000年

重庆市环境保护局. 重庆市环境质量报告书(2000). 2001年

重庆市林业局. 重庆市林业生态重点工程建设纲要. 1999年

重庆市环境保护局. 重庆市野生植物保护及自然保护区建设工程总体规划. 2000年

重庆市发展计划委员会. 重庆市三峡库区环境保护与生态建设规划. 2000年

基础上,再根据主成分分析的结果,分别考虑人类活动强度、突出地质地貌因素和水环境因素的相似性与一致性,对聚类结果进行调整和优化。最后将重庆市 3 个一级生态功能区进一步划分为 7 个生态亚区:四川盆地农业自然生态区分为 1 个生态亚区(渝西丘陵生态亚区);三峡库区平行岭谷农林水复合自然生态区划分 4 个生态亚区(都市圈发达经济生态亚区、平行岭谷低山丘陵农林复合生态亚区、三峡库区土壤侵蚀敏感生态亚区、三峡库区消落带人工湿地生态亚区);秦巴山地常绿阔叶林——落叶林自然生态区划分为 1 个生态亚区(渝东北大巴山山地常绿阔叶林生态亚区);渝东南、湘西及黔鄂山地常绿阔叶林自然生态区划分为 1 个亚区(渝东南岩溶石山林草生态亚区)。

5.3 三级区划结果

如前所述,由于三级区划不能保证县(市、区)级行政区域的完整性,受资料数据的局限,在该级区划中难以通过定量分析的方法获取区划结果。因此,在一、二级分区的基础上,三级区划主要依据生物多样性维持与保护重要性、水源涵养重要性、营养物质保持能力、土壤保持能力等主导标志进行分区,将重庆市的 7 个生态亚区共划分为 13 个生态功能区。

这样,本研究将重庆市划分为 4 个自然生态区,7 个生态亚区和 13 个生态功能区(见图 1),结果如下:

四川盆地农业生态区

1 渝西丘陵农业生态亚区

1-1 渝西方山丘陵农业生态功能区

三峡库区平行岭谷农林水复合生态区

1 都市圈发达经济生态亚区

1-1 都市核心污染敏感生态功能区

1-2 市郊水源水质保护生态功能区

2 平行岭谷低山丘陵农林复合生态亚区

2-1 永川——璧山丘陵农业生态功能区

2-2 綦江——江津低山丘陵水文调蓄生态功能区

3 三峡库区土壤侵蚀敏感生态亚区

3-1 梁平——垫江丘陵农业生态功能区

3-2 移民开发水土保持生态功能区

4 三峡库区消落带人工湿地生态亚区

4-1 消落带人工湿地水质保护生态功能区

秦巴山地常绿阔叶——落叶林生态区

1 渝东北大巴山山地常绿阔叶林生态亚区

1-1 大巴山生物多样性保护与水土保持生态功能区

渝东南、湘西及黔鄂山地常绿阔叶林生态区

1 渝东南岩溶石山林草生态亚区

1-1 方斗山——七曜山水源涵养、水土保持生态功能区

1-2 黔江——彭水石漠化敏感生态功能区

1-3 酉阳——秀山常绿阔叶林水文调蓄生态功能区

1-4 金佛山常绿阔叶林生物多样性保护生态功能区

6 结语

本研究以重庆市为例进行了生态功能区划的原则、方法、指标选取和界线划分等方面问题的探讨,并提出了重庆市生态功能区划方案。通过研究我们认为,在重庆市这种中小尺度的生态功能区划中,高级单位的划

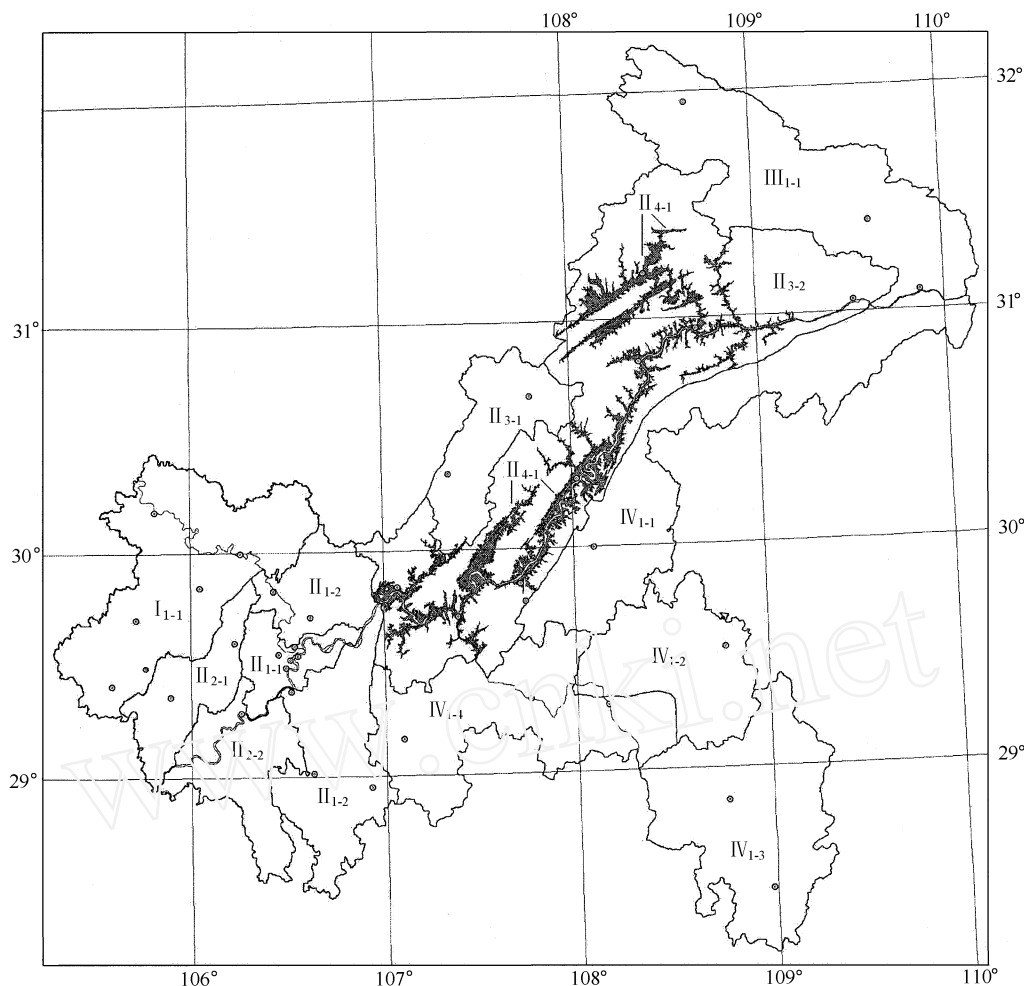


图 1 重庆市生态功能区划图

Fig. 1 Regionalization map of ecological function in Chongqing City

分应主要考虑自然环境要素(如地貌),在低级单位的划分中应较多地考虑社会经济、生态系统类型和生态功能类型以及生态环境敏感性和生态服务功能重要性等方面的指标。生态功能区划应高度重视区域未来社会经济发展的趋势以及由此而导致的生态环境效应和生态服务功能的变化。同时,在生态功能区划中应将定性分析、定量计算和 GIS 的空间表达结合起来,力求客观地反映生态功能的区域分异。

References :

- [1] Wu S H, Yang Q Y, Zheng D. Delineation of eco-geographic regional system of China. *Journal of Geographical Sciences*, 2003, 13 (3) : 309 ~ 315.
- [2] Yang Q Y, Li S C. Some themes on eco-regionalization of China. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5) : 596 ~ 601.
- [3] Fu B J, Liu G H, Chen L D, *et al.* Scheme of ecological regionalization in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(1) : 1 ~ 6.
- [4] Yang Q Y, Zhen D, Wu S H. Study on eco-regional system of China. *Progress in Natural Science*, 2002, 12(3) : 287 ~ 291.
- [5] SEPA. Circular issued by SEPA on administrative division of eco-function. *CEPI*, 2002, (12) : 19 ~ 22, 24.
- [6] Huang B W, Zheng D, Zhao M C, *et al.* Modern physical geography. Beijing: Science Press, 1999. 43 ~ 55.
- [7] Liu G H, Fu B J. The principle and characteristics of ecological regionalization. *Advances in Environmental Science*, 1998, 6(6) : 67 ~ 72.
- [8] Zheng D, Fu X F. A preliminary study on issues of integrated geographical regionalization. *Scientia Geographica Sinica*, 1999, 19(3) : 193 ~ 197.
- [9] Fu B J, Liu G H, Meng Q H. Eco-regionalization of West China and its regional development countermeasures. *Arid Land Geography*, 2000, 23(4) : 289 ~ 297.
- [10] Gao H X. *Practical statistical methods and SAS system*. Beijing: Peking University Press, 2001. 67 ~ 110, 256 ~ 276.

- [11] Li J H. *Mathematical methods in contemporary geography*. Beijing: Higher Education Press, 1994. 39 ~ 48.
- [12] Zhao R Z. A study of physic-geographical regionalization in Southwest Region. *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science)*, 1997, 22 (2): 195 ~ 198.
- [13] Chongqing Bureau of Statistics. *Chongqing statistics yearbook 2002*. Beijing: China Statistics Press, 2002.

参考文献:

- [2] 杨勤业,李双成. 中国生态地域划分的若干问题. *生态学报*, 1999, 19(5): 596 ~ 601.
- [3] 傅伯杰,刘国华,陈利顶,等. 中国生态区划方案. *生态学报*, 2001, 21(1): 1 ~ 6.
- [4] 杨勤业,郑度,吴绍洪. 中国的生态地域系统研究. *自然科学进展*, 2002, 12(3): 287 ~ 291.
- [5] 国家环境保护总局. 国家环境保护总局关于开展生态功能区划工作的通知. *中国环保产业*, 2002, (12): 19 ~ 22, 24.
- [6] 黄秉维,郑度,赵名茶,等. *现代自然地理*. 北京:科学出版社, 1999. 43 ~ 55.
- [7] 刘国华,傅伯杰. 生态区划的原则及其特征. *环境科学进展*, 1998, 6(6): 67 ~ 72.
- [8] 郑度,傅小锋. 关于综合地理区划若干问题的探讨. *地理科学*, 1999, 19(3): 193 ~ 197.
- [9] 傅伯杰,刘国华,孟庆华. 中国西部生态区划及其区域发展对策. *干旱区地理*, 2000, 23(4): 289 ~ 297.
- [10] 高惠璇. *实用统计方法与 SAS 系统*. 北京:北京大学出版社, 2001. 67 ~ 110, 256 ~ 276.
- [11] 徐建华. *现代地理学中的数学方法*. 北京:高等教育出版社, 1994. 39 ~ 48.
- [12] 赵汝植. 西南区自然区划探讨. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 1997, 22(2): 195 ~ 198.
- [13] 重庆市统计局. *重庆市统计年鉴 2002*. 北京:中国统计出版社, 2002.

www.cnki.net