

两种不同生态区划方法在岷江上游地区的应用与比较

叶延琼¹, 陈国阶²

(1. 华南农业大学热带亚热带生态研究所, 广州 510642; 2. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041)

摘要: 收集了岷江上游 5 县 92 个乡镇的自然与社会经济数据, 运用生态学与景观生态学的原理和方法, 分别建立传统生态区划(自上而下)和景观生态区划(自下而上)的指标体系, 借助 GIS 工具和多元统计分析软件, 通过对要素指标空间分异的特性分析, 进行了岷江上游以乡(镇)为最小单元的生态区划研究。根据岷江上游乡(镇)域尺度上的生态环境状况和人类活动状况, 传统生态区划将研究区划分为 3 个大区, 而景观生态区划则为 4 个大区, 但二者间的基本轮廓大体相似。为识别两种区划方法间的异同, 比较与分析了自然环境复杂区域的小区级划分结果。分析表明, 两种区划方法在划分依据、信息识别以及适用范围等方面均存在较大差异, 在小区划分中, 景观生态区划对自然环境条件复杂区域的区划优势明显。

关键词: 生态区划; 指标体系; 景观结构; 岷江上游

文章编号: 1000-0933(2006)07-2174-09 **中图分类号:** Q149 **文献标识码:** A

Application and comparison of two different eco-regionalization methods in the upper Min River Basin, Sichuan, China

YE Yan-Qiong¹, CHEN Guo-Jie² (1. Institute of Tropical and Subtropical Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou, China, 510642; 2. Chengdu Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, China, 610041). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(7): 2174 ~ 2182.

Abstract: Regionalization has been an instrument to describe the general attributes of the earth's surface. As preparatory work for designing and implementing a socio-economic development strategy, regionalization may be based on a global, national or a local level. There has been considerable progress in studies of regionalization in physical geography, agricultural and integrated economic domains in China since 1949. The literature has developed from regionalization based on a single geographical factor to an integrated regionalization based on a cluster of spatial factors, and finally to regionalization approaches with the specific objective of serving as a means for locating agricultural sectors or geographical arrangement of socio-economic construction.

Eco-regionalization has gained importance within this evolving literature as a means for ensuring an appropriate management of ecosystems and sustainable use of natural resources. Based on theories and methods of general ecology and landscape ecology and taking the Upper Min River Basin, Sichuan, China as an example, this study tries to develop a new method for eco-regionalization. This new approach, the 'landscape eco-regionalization method' is a bottom-to-top method that differs from the traditional top-to-bottom eco-regionalization approach, in that it may use landscape indices such as mean patch size, fractal dimension, diversity, evenness, dominance, fragmentation and human disturbance. GIS and geo-statistics are also applied in the analysis of spatial disparities of the above indices for eco-regionalization in the Upper Min River Basin.

Physical and socio-economic data for 92 towns and townships in 5 counties in the Upper Min River Basin are used in the analysis and development of the index system. The Upper Min River Basin may fall into three eco-regions by using the traditional top-to-down method, which would include indices such as topographical variation, temperature, humidity, geomorphologic type

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大资助项目(KSCX1-07-03)

收稿日期: 2005-10-23; **修订日期:** 2006-04-29

作者简介: 叶延琼(1976~), 女, 重庆人, 博士, 主要从事景观生态学、生态规划与评价教学与研究. E-mail: llyeyq@scau.edu.cn

Foundation item: The project was supported by Under the Foundation of the Knowledge Innovation Key Project of CAS (No. KSCX1-07-03)

Received date: 2005-10-23; **Accepted date:** 2006-04-29

Biography: YE Yan-Qiong, Ph.D., mainly engaged in landscape ecology, ecological planning and assessment. E-mail: llyeyq@scau.edu.cn

and socio-economic activities. In contrast our study region may be divided into four ecological regions by using the landscape ecological bottom-to-top method. To identify similarities and disparities of the two methods, the results for division of eco-regions at the lower level are analyzed. Our analysis indicates that the two methods vary greatly in their use of the data, in the information identification and application scopes. The bottom-to-top method may have its advantages over the top-to-bottom method with respect to the division of eco-regions in comparatively small areas with substantial bio-physical heterogeneity.

Key words: eco-regionalization; indices system; landscape structure; the upper min river basin

区划是制定和实施社会经济发展战略的基础^[1,2],是刻画地球表面基本特征的语言^[3]。自 20 世纪初以来,区划研究的范围已涉及全球、国家等不同尺度,如德国地理学家 Humboldt 的“世界植被带”、德国气象学家 Köppen^[4]以及苏联地理学家 Докучаев^[5]等的“世界气候带”、我国竺可桢^[6]的“中国气候带”、黄秉维^[7,8]的“中国植被带”等。新中国成立以来,我国许多老一辈地理学家在自然地理区划、农业区划以及经济区划等方面均取得了丰硕成果^[9-17]。这些成果已从单一地理要素的区划研究,发展到了多种空间要素的综合区划研究,形成了以自然地理要素区划为基础的,以农业生产布局和社会的各行业建设为服务对象的“目的性”区划,并得到了广泛应用。20 世纪 90 年代以来,随着全球生态环境趋于恶化,可持续发展深入人心,以客观生态系统为研究对象,以生态系统保护或建设为目的,应用生态学原理和方法,在充分考虑人类活动的基础上,对生态地域和生态单元的划分与合并研究的生态区划成为了新的研究热点^[18-25],生态区划也成为合理管理生态系统和持续利用自然资源的基础。这些区划的突出特点是在重视生态系统层次性、一致性和分异性的同时,将人类活动的指标也进行了综合研究。在指标的选择上,一般在大幅度空间单元或一级区的划分上以自然指标为主,而在中小尺度空间或低级区划中逐步引入人类活动指标。当前,随着西部大开发的全面开展,科学发展观与和谐社会的提出,更需要一种有效的生态区划方法与方案来指导区域向可持续方向发展。

本文拟以生态学和景观生态学的理论为指导,借鉴综合自然区划以及生态区划的方法与指标设计,以岷江上游地区为例进行区划指标和方法的选择,采用传统生态区划和景观生态区划两种不同的生态区划方法对研究区进行划分,并对区划结果进行比较与分析。其目的一是为岷江上游在西部大开发背景下实施分区生态建设提供科学依据,二是探索两种区划方法在划分依据,信息识别和应用范围等方面的异同。

1 研究区概况

岷江上游在行政区划上包括四川省阿坝藏族羌族自治州的松潘、理县、黑水、茂县、汶川五县,地处四川盆地周边丘陵山地向青藏高原的过渡地带,是一典型的半农半牧区。地理位置在 31°26' ~ 33°16' N, 102°59' ~ 104°14' E 之间,面积约 2.4 万 km²,人口 38 万余人。地势由西北向东南倾斜,海拔 700 ~ 5588m。区内年均温 5.7 ~ 13.5℃,年均降水量 490 ~ 835mm,降水年际变化大且雨量分配不均,多集中在 5 ~ 9 月,全年蒸发量 1100 ~ 1600mm,是降雨量的 2 ~ 3 倍。该区深居内陆,气候除受大气环流影响外,还受特殊地形的影响而形成非地带性的干旱河谷气候,且干旱河谷范围日趋扩大^[26],加之水土流失严重,生态环境极其脆弱,被列为中国西南地区生态环境退化最严重的区域之一^[27]。

2 区划方法

2.1 传统生态区划法

即顺序划分法,也称作“自上而下”(Top-to-Bottom)的细分方法。它是根据对生态环境地域分异规律的分析,按区域的相对一致性和区域共轭性划分出最高级区域单位,在大的地域单元内从高到低逐级揭示其内部存在的差异性,逐级向下划分低级的单元,并在我国综合自然区划、部门区划等区划中应用较广^[11]。本文即以这一传统区划方法为基础,辅以部门要素叠加法和主导标志法对研究区进行生态区的划分。基本思路是根据生态区划的基本理论确定生态区域自然环境结构的相对一致性和区间差异性原则,生态环境质量一致性原则,人口密度相对一致性原则,理论逻辑性与具体实际相结合的原则等区划原则,以及气候和地质地貌条件,土壤和植被差异和人类活动强烈程度等区划依据,并结合岷江上游自然生态环境特点和社会经济发展条件,

确定生态区划的指标体系(表 1),通过因子分析拟定单因子图层之间的叠置。

表 1 岷江上游生态区划指标体系

Table 1 Indices system of ecological regionalization in the upper Min River Basin

区划系统 Regionalization system	指标 Indices
生态区 Domain	地势差异指标:地质构造单元、大地貌轮廓 Topography difference indices: tectonic map, landform outline 气候条件*、植被类型*、土壤类型* Climatic conditions*, vegetation types*, soil types*
生态亚区 Sub-region	温湿指标: $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、干燥度、年降雨量*、年均温* Temperature and humidity indices: $\geq 10^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature, aridity, annual rainfall*, mean annual temperature* 地貌类型指标:由海拔高度指示的低中山、中山、高山、山原等; Topography types indices: low and middle mountains, middle mountains, alp and highland <i>et al.</i> indicated by altitude
生态小区 District	生态环境结构指标:地带性植被类型 Eco-environment structure indices: zonality vegetation types 小地貌类型:由坡度指示的地貌类型; Microtopography types indices: topography types indicated by slope 土壤类型; soil types 人类经济活动指标:人口密度、水土流失、植被及土地利用现状等 Economic activity indices: density of population, soil and water loss, vegetation and land use, <i>et al.</i>

带 * 号的为参考指标 indices with * are reference indices

在该区划方法中,所用的基本图层包括地形地貌,气候,植被,土壤,人口密度,土壤侵蚀以及土地利用;基本数据主要是上述图层的矢量数据和属性数据以及相关的社会经济统计数据;基本方法则是叠置法,即将相同比例尺或不同比例尺的单要素图层经坐标纠正到同一坐标系统下,作为区划的基础图件,然后利用 Arc/Info8.01 软件的多层面叠加功能,以各级区划系统的主导因素区划图为模板,叠置要素区划界线,并根据生态区单元的完整性,采用定性分析与定量分析相结合的方法,即在定量分析的基础上,根据定性分析结果,进行界线调整,小区域归并等处理,对区划界线进行反复修订,最终确定研究区的生态区划方案。

根据上述区划原则、依据与指标体系,将岷江上游地区划分为三级生态区划系统,即 3 个生态区、15 个生态亚区、35 个生态小区(图 1)。区划结果如下。

- I 汶川—茂县中山峡谷生态区
 - I₁ 温热湿润低中山常绿阔叶林生态亚区
 - I₂ 温和半湿润中山常绿、落叶阔叶混交林生态亚区
 - I₃ 温和半湿润低中山常绿阔叶林生态亚区
 - I₄ 温凉半干旱中山常绿、落叶阔叶混交林生态亚区
 - I₅ 温凉半湿润中山常绿阔叶林生态亚区
- II 理县—黑水高山峡谷生态区
 - II₁ 温和湿润高山常绿、落叶阔叶混交林生态亚区
 - II₂ 温和半湿润高山常绿阔叶林生态亚区
 - II₃ 温凉半干旱中山常绿、落叶阔叶混交林生态亚区
 - II₄ 温凉湿润亚高山针、阔混交林生态亚区
 - II₅ 温凉半湿润中山针叶林生态亚区
 - II₆ 温凉湿润亚高山针叶林生态亚区
 - II₇ 冷凉湿润山原平坝草甸生态亚区
- III 松潘山原生态区
 - III₁ 冷凉湿润山原草甸生态亚区
 - III₂ 温凉半湿润山原灌丛、草甸生态亚区
 - III₃ 温凉湿润中山针叶林生态亚区

2.2 景观生态区划法

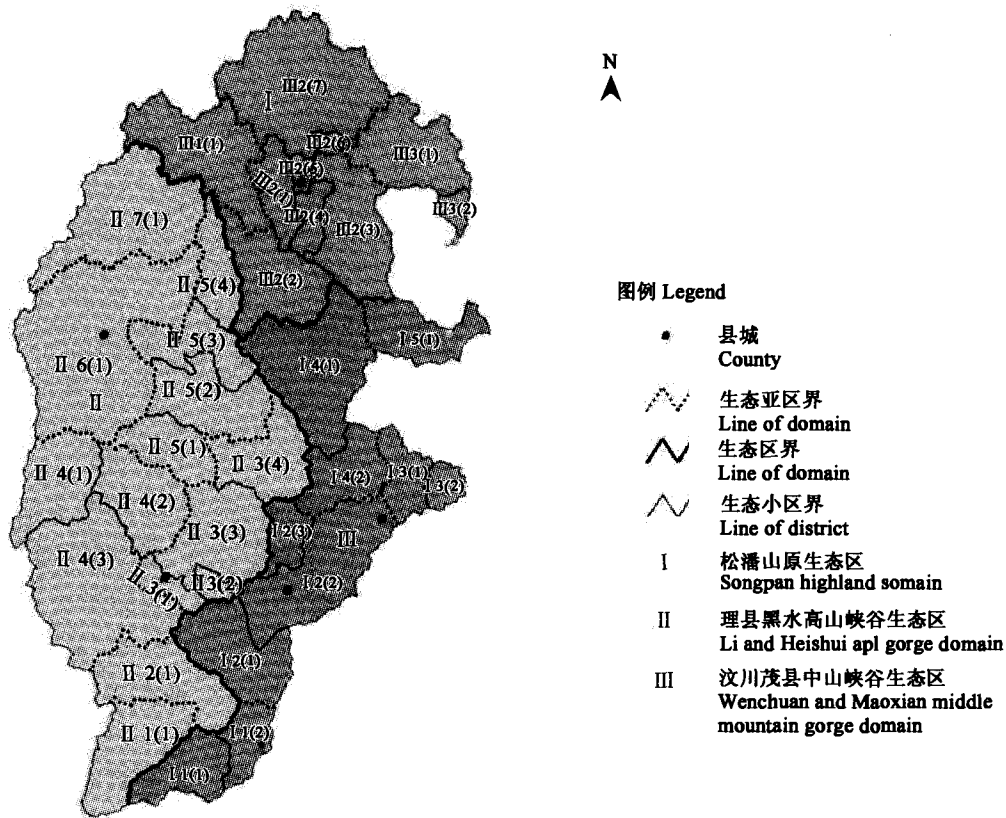


图 1 岷江上游生态区划图
Fig.1 Map of eco-regionalization in the study area

该方法的基本原理和区划程序是以研究区 92 个乡镇为基本分类单元,选取基于景观结构的景观生态分类指标,并根据各景观指数反映的景观特征信息,剔除一些信息量重复或相关度较大的指标,将原始数据标准化处理后,在 GIS 支持下分别提取和计算各指标的指数值,最后通过聚类分析获得区划结果^①。基于景观结构的景观生态分类指标^[28,29]主要包括:

平均斑块面积大小(Mean Patch Size),表示景观斑块组成的复杂程度

$$\bar{M} = A/N \tag{1}$$

斑块分维数(Fractal Dimension),表示一定观测尺度上斑块和景观格局的复杂程度

$$F = 2\ln(P/4)/\ln A \tag{2}$$

多样性(Diversity),表示景观中各斑块类型分配的均匀程度

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \tag{3}$$

均匀度(Evenness),表示景观中各斑块类型分配的均匀程度

$$E = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{- \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i}{\ln n} \tag{4}$$

优势度(Dominance),表示景观中某种或某些景观斑块支配景观的程度

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^n P_i \cdot \ln(P_i) \tag{5}$$

① 吴志峰.珠江三角洲典型区景观生态研究——以珠海为例.博士学位论文,2001

破碎度(Fragmentation),表示景观被分割的破碎程度

$$C = N/A \quad (6)$$

人为干扰指数(Human),描述景观单元内人工干扰、改造活动的强度^[30]

$$DT = \sum_{i=1}^n \frac{A_i D_i}{A} \quad (7)$$

上述各式中, A 为斑块总面积、 N 为景观斑块数、 P 为斑块周长、 P_i 为第 i 类景观所占的面积比、 n 为景观类型数、 A_i 为第 i 类景观的面积、 D_i 为第 i 种景观类型的人工影响强度参数。

需要说明的是,在人为干扰指数中,参数 D_i 主要通过专家评分法来确定。通过对多位专家咨询和评定,最终确定研究区各景观类型人工影响强度参数的取值分别为:耕地 0.77、森林 0.25、灌木疏林 0.45、园地 0.71、草地 0.67、水域 0.15、城乡建筑等居民点 0.96、未利用地 1.0。从公式可以看出, DT 的取值介于 0~1 之间, DT 越大,表明人类干扰活动的程度越高。

通过对上述景观结构指数指标进行相关性分析和主成分分析后,得到景观异质性、景观面积和形状、人类干扰活动 3 个主成分的累计信息量达到 90.07%,表明指标的原始信息量损失甚微,满足聚类分析要求。最后以这 3 个主成分在统计分析软件 SPSS 11.0 环境下,采用系统聚类法中的 Q 型欧氏距离法进行聚类分析,得到不同景观生态类型的聚类图(图 2)。分析发现,当选取 $X = 4$ 、 $X = 14$ 、 $X = 24$ 为不同级别景观生态区的聚类距离时,聚类效果最好。同时,再结合研究区气候、地貌、土壤、植被等景观生态要素,对聚类结果进行适当调整并划分景观生态区,从而实现景观斑块→景观类型→景观结构→景观生态类型→景观生态区的“自下而上”(Bottom-to-Top)的生态区划,并划分出 4 个一级景观生态区,即:Ⅰ松潘草地景观生态区、Ⅱ汶理黑林灌草景观生态区、Ⅲ汶茂灌草景观生态区、Ⅳ黑理茂综合景观生态区(图 3a)。为反映生态区所具有的等级系统,在此仅以黑理茂综合景观生态区为例,以其在水平观察线 $X = 14$ 处的聚类结果为基础,进行二级景观生态区的划分。共划分为六大景观生态类型,即Ⅳ₁理县森草景观生态亚区、Ⅳ₂茂县草灌森耕景观生态亚区、Ⅳ₃茂县草灌景观生态亚区、Ⅳ₄茂县草森景观生态亚区、Ⅳ₅黑水草灌景观生态亚区、Ⅳ₆茂县草灌森景观生态亚区(图 3b)。

3 不同区划方案的比较

3.1 区划依据

景观生态区划(简称“景观法”)是以区域景观结构分析为基础,选择反映景观特征信息的相关景观结构指数,同时根据分类原则补充一些结构指数无法表达的景观生态功能指数(人为干扰指数)作为区域景观生态分类的基本指标,在 GIS 支持下分别提取和计算各指标的指数值,通过聚类分析获得景观生态分类结果,并以此作为景观生态区划的基础。这一方法是根据事物“物以类聚”的基本原理,按其相似性的大小进行两两聚合,最终将各聚类单元全部聚为一类,是一典型的“自下而上”的生态区划方法。它以定量化的计量指标为基础,以科学技术为支撑,整个区划过程科学、客观。而传统的“自上而下”的生态区划方法(简称“传统法”)则主要由研究者确定定量或定性的区划指标,选择一定的划分标准进行划分。由于研究者对研究区认识程度的不同以及研究目的的不同,选择的区划指标往往差异很大,划分结果也不尽相同。从本文的划分来看,区划指标基本以定性为主,如地质构造、大地貌单元、地带性植被类型等;而定量指标因研究区的特殊性,往往需要经过一定的人工处理,如空间内插,计算公式的选择引用等。由此可知,该方法大多以定性划分为主,人为主观判断对区划结果影响明显,存在较大的主观性。

3.2 信息识别

景观法在景观生态分类基础上,将研究区划分为四大景观生态区,且各生态区之间差异显著,充分展现了景观斑块→景观类型→景观结构→景观生态类型→景观生态区之间的“链式”关系;传统法则根据区域地质构造与大地貌单元,将研究区划分为三大一级生态区。两种区划结果在大体轮廓上基本相似,均可明显区分出松潘生态区、理县—黑水生态区以及汶川—茂县生态区。然而,从总体生态区的数目分析,景观法将黑水、理

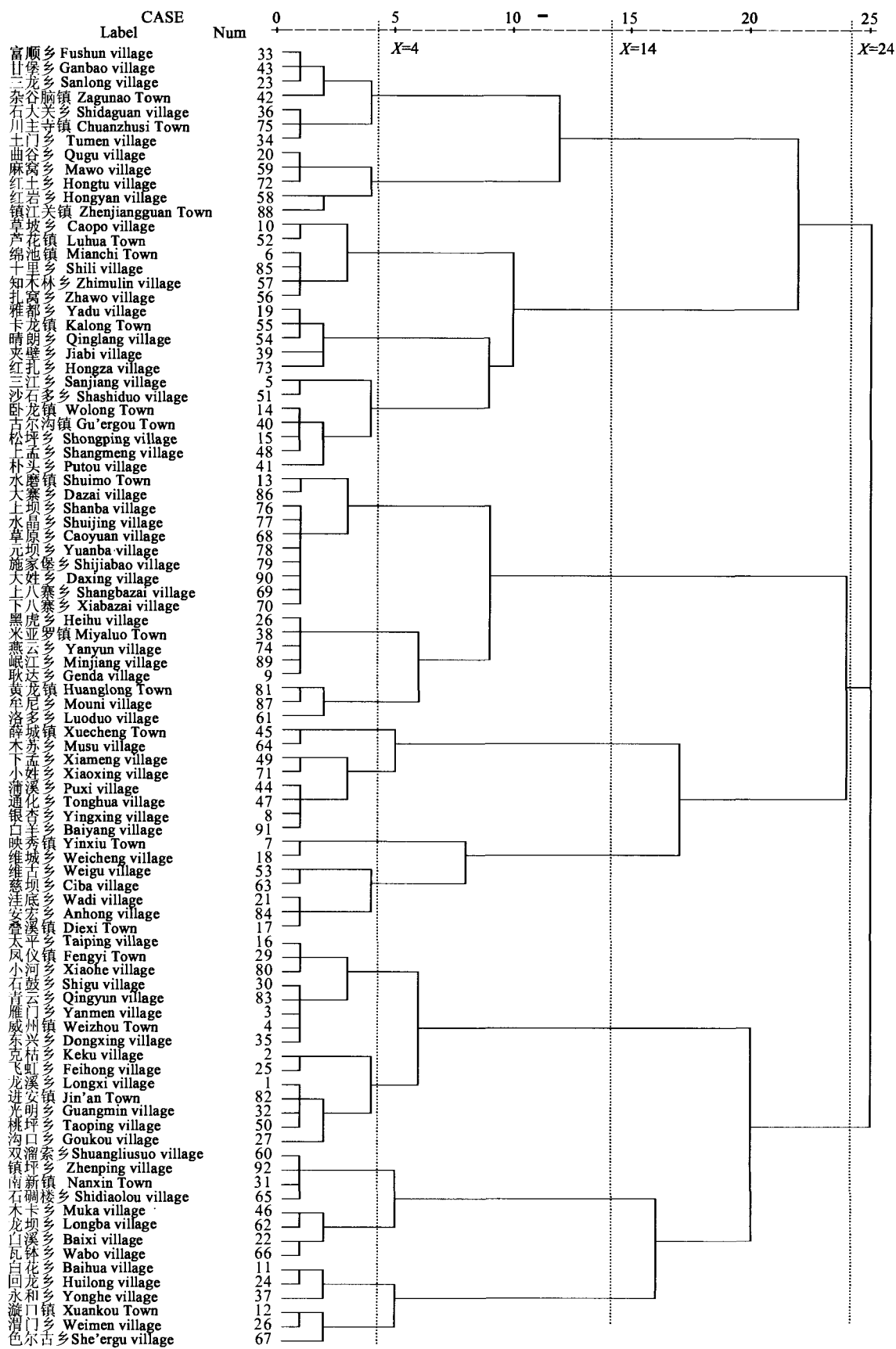


图 2 岷江上游景观生态分类聚类分析图谱

Fig.2 The Clustering Dendrogram of Landscape Ecological types in the Study Area

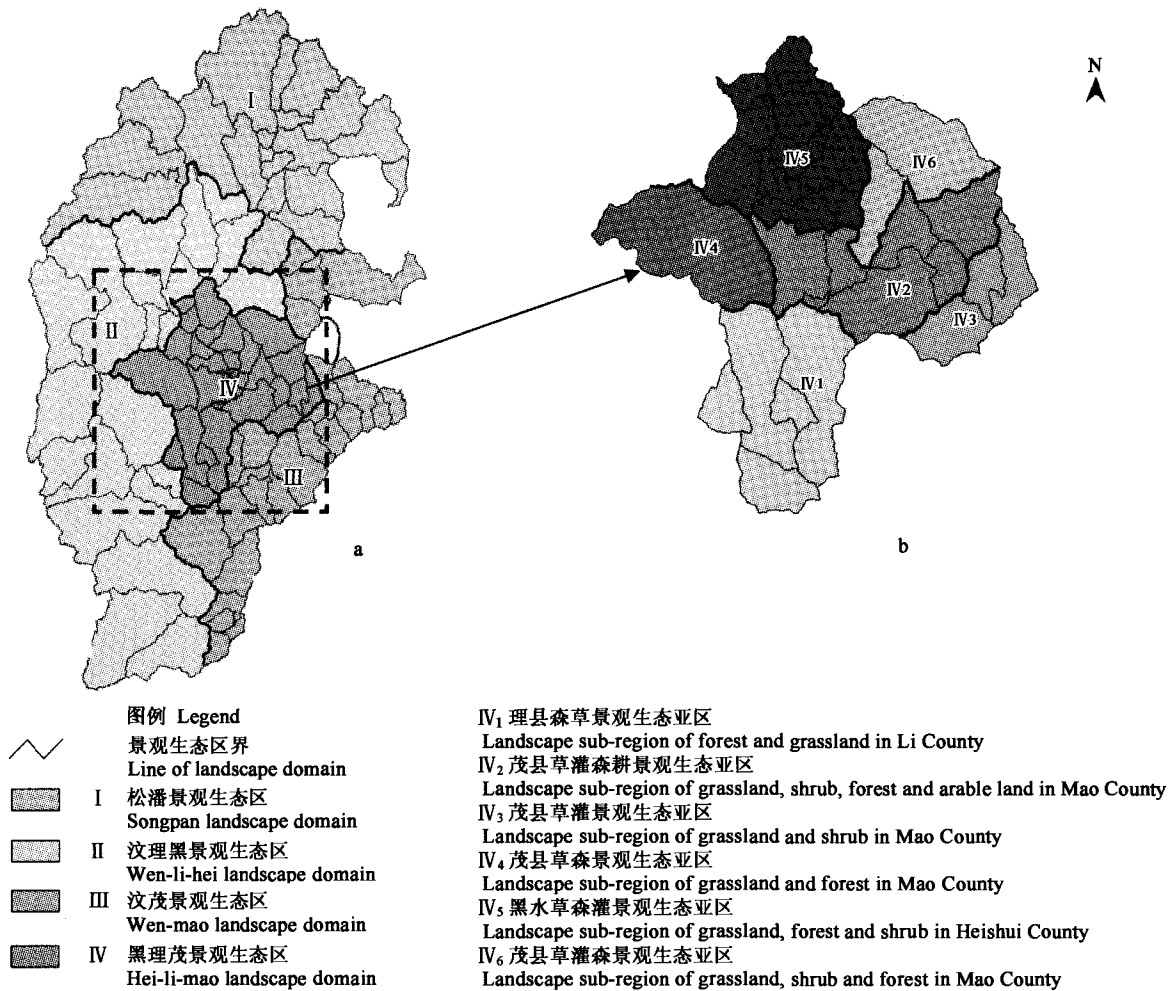


图3 岷江上游以景观生态类型划分为基础的景观生态区划
Fig.3 The ecological regionalization based on the landscape ecological types

县和茂县三县交界处单独划归为一个区,并清楚表示该区是其它三区的交错分布区,既拥有其它各区所具有的一般属性,又具有因其特殊地理位置而呈现出的特殊属性;传统法因其选择的指标大多为定性指标,则难以将这一特殊区域加以区分。此外,在二级区的划分中,景观法中的第 I、II、III 区在观察线 $X = 14$ 处聚合结果与在 $X = 24$ 处的差异不大,但在三县交界的第 IV 却有显著的区分度,将该区的景观法区划结果与传统法区划结果进行比较,发现两种区划结果相差不大(表 2)。

由此可见,以景观结构分析为基础的“自下而上”的景观生态区划因其在每一步聚合时均充分包含了所选指标的信息,因而能将区划单元信息之间存在的细微差别区分开来;而传统的“自上而下”的生态区划因某些指标的定性选择以及人为的主观判断,加之在不同等级区划中使用的主导指标不同,导致某些信息被掩盖。

3.3 适用范围

景观法与传统法之间的显著差别在于其区划的主要依据及其在不同等级区划中信息包含的多少。由于景观法的主要依据是定量分析,在各等级划分中均包含了相同的信息,因此,该方法适宜于在内部结构极为复杂的区域进行区划,如微观区域中的小流域区划、山区区划等;而传统法在大多数情况下是定性分析与定量分析相结合,且往往先以定性分析作为一级区或大区的区划,再以定量分析作次一级或最低级的区划,加之该方法在每一等级的划分过程中所考虑的主导指标不同,从而使每一等级在区划过程中所包含的信息均不相同,导致研究区中部分结构复杂区域的特殊信息被掩盖。因此,该方法适宜于对中观和宏观区域的整体把握,主要满足于对洲际、国家或省域等大区域的生态区划。

表 2 不同区划方法在黑理茂交界区的划分情况

Table 2 Verifying the two methods in the second level of regionalization

景观法 bottom-to-top		传统法 top-to-bottom	
IV ₁	理县:薛城镇、下孟乡、木卡乡、通化乡、蒲溪乡*	II ₃₍₃₎	理县:甘堡乡*、薛城镇、下孟乡、木卡乡、通化乡、桃坪乡*
IV ₂	茂县:曲谷乡、雅都乡、三龙乡、白溪乡、回龙乡、石大关乡	II ₃₍₄₎	茂县:曲谷乡、雅都乡、三龙乡、白溪乡、洼底乡
IV ₃	茂县:飞虹乡、沟口乡、黑虎乡	I ₆₍₂₎	茂县:回龙乡、飞虹乡、沟口乡、黑虎乡、永和乡*、渭门乡*
IV ₄	茂县:维城乡	II ₅₍₁₎	茂县:维城乡
IV ₅	黑水:维古乡、木苏乡、双溜索乡、龙坝乡、色尔古乡、瓦钵乡、石碉楼乡、洛多乡、惹坝乡	II ₅₍₂₎	黑水:维古乡、木苏乡、双溜索乡、龙坝乡、色尔古乡、瓦钵乡、石碉楼乡、麻窝乡*、红岩乡*
IV ₆	茂县:叠溪镇、洼底乡		

表示该乡(镇)未在“景观法”所在的黑理茂景观生态区内。叠溪镇、洼底乡以及维城乡在聚类图上属于同一类,但因其其在空间上的不连续且面积较大,故单独分为一区。“” don't belong to the Heishui, Lixian and Maoxian landscape domain. Although the Diexi town, Wadi village and Weicheng village are fall into the same benches, we classify them singleness for discontinuity and large area

任何事物均具有两面性,不能绝对地判断某种区划方法“可行”或“不可行”。本文分析发现,虽然景观法对自然环境条件复杂区域的区划较传统法优势明显,但其区划差异仅体现在黑水、理县与茂县三县的交界区,不能真正实现从景观生态类型到景观生态区的等级划分;而传统法则恰恰相反,尽管其在某些情况下会掩盖划分单元所包含的特殊信息,但它却能将区划的等级系统清楚地展现出来。因此,在实际生态区划过程中,不能见微观区域就选择景观法,而见宏观或中观区域就选择传统法,在条件允许的情况下,联系实际,可同时选择两种方法,充分发挥互补优势,使区划结果更能体现研究区实际,实现为研究区生态环境建设与社会经济发展服务的目的。

References:

- [1] Liu Y H, Zheng D, Ge Q S, *et al.* Problems on the research of comprehensive regionalization in China. *Geographical Research*, 2005, 24(3): 321 ~ 329.
- [2] Zheng D, Ge Q S, Zhang X Q, *et al.* Regionalization in China, retrospect and prospect. *Geographical Research*, 2005, 24(3): 330 ~ 344.
- [3] Wang C S, Fan Z J, Dong S C, *et al.* Study on the eco-economical regionalization: a case of 6 provinces in Northwest China. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(7): 1804 ~ 1812.
- [4] Koeppen W. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin: Walter de Gruyter, 1931.
- [5] докучаев V. On the theory of natural zones. 1899, In: *Sochineniya (Collected Works)* 6 Moscow-Leningrad, 1951.
- [6] Zhu K Z. Climate zones in China. *Memoir of the National Research Institute of Meteorology, Academia Sinica*, 1931. Number 1.
- [7] Huang B W. Vegetation zones in China. *Shi. Di. Za. Zhi.*, 1940, 1(3): 19 ~ 30.
- [8] Huang B W. Vegetation zones in China. *Shi. Di. Za. Zhi.*, 1941, 1(4): 38 ~ 52.
- [9] Lin C. The outline of natural regionalization in China. *Acta Geographica Sinica*, 1954, 20(4): 395 ~ 418.
- [10] Huang B W. Draft of integrated physical regionalization of China. *Chinese Science Bulletin*, 1959, (18): 594 ~ 602.
- [11] Zhao S Q. A new scheme of integrated natural regionalization in China. *Acta Geographica Sinica*, 1983, 38(1): 1 ~ 10.
- [12] Xi C F, Zhang J M, Qiu B J, *et al.* Summary of physical regionalization in China. Beijing: Science Press, 1984.
- [13] Hou X Y. Ecological regionalization and great agriculture in China. Beijing: Science Press, 1988.
- [14] Zhou L S. Theories and practice in agricultural regionalization in China. Hefei: University of Science & Technology of China Press, 1993.
- [15] Yang S Z. Economic regionalization in China. Beijing: China Zhanwang Press, 1990.
- [16] Liu Z X. Maco-configuration of productivity in China. Beijing: China Wujia Press, 1995.
- [17] Guo Z H. Economic regions and economic regionalization. Beijing: China Wujia Press, 1998.
- [18] Gao M L. An approach to the regionalization of ecological environment in China. *Chinese Journal of Ecology*, 1995, 14(2): 37 ~ 43.
- [19] Liu G H, Fu B J. The principle and characteristics of ecological regionalization. *Advances in Environmental Science*, 1998, 6(6): 67 ~ 72.
- [20] Fu B J, Cheng L D, Liu G H. The objectives, tasks and characteristics of China ecological regionalization. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 591 ~ 595.
- [21] Yang Q Y, Li S C. Some themes on eco-regionalization of China. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 596 ~ 601.
- [22] Fu B J, Liu G H, Cheng L D, *et al.* Scheme of ecological regionalization in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(1): 1 ~ 6.

- [23] Miao H, Wang X K, Ouyang Z Y. Study on regionalization of eco-environmental stress process in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2001,21(1):7~13.
- [24] Wang X K, Ouyang Z Y, Xiao H, *et al.* Study on regionalization of eco-environmental stress process in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2001,21(1):14~19.
- [25] Liu Y H, Guan H Y, Li H D, *et al.* Integrated demarcation and building measures on ecological environment in Northwest China. *Progress in Geography*, 2002,21(5):403~409.
- [26] Zhang R Z. *Arid valley in Hengduan Mountain*. Beijing: Science Press, 1992.
- [27] Zhao Y L. *The classification of China fragile eco-environmental types and its comprehensive treatment*. Beijing: Environment Science Press of China, 1998.
- [28] Zhao J Z. Dynamic indicator system for measurement of spatial pattern in landscape ecology. *Acta Ecologica Sinica*, 1990,10(2):182~186.
- [29] Ye Y Q, Chen G J. An analysis on the landscape patterns based on the GIS technology in the Upper Min River Basin. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2006,15(1):112~115.
- [30] Zeng H, Guo Q H, Yu H. Spatial analysis of artificial landscape transform in Fenggang Town, Dongguan City. *Acta Ecologica Sinica*, 1999,19(3):298~303.

参考文献:

- [1] 刘燕华,郑度,葛全胜,等.关于开展中国综合区划研究若干问题的认识. *地理研究*, 2005,24(3):321~329.
- [2] 郑度,葛全胜,张雪芹,等.中国区划工作的回顾与展望. *地理研究*, 2005,24(3):330~344.
- [3] 王传胜,范振军,董锁成,等.生态经济区划研究——以西北6省为例. *生态学报*, 2005,25(7):1804~1812.
- [4] 竺可桢.中国气候区域论. *气象研究所集刊*, 1931. 第1号.
- [5] 黄秉维.中国之植物区域(上). *史地杂志*, 1940,1(3):19~30.
- [6] 黄秉维.中国之植物区域(下). *史地杂志*, 1941,1(4):38~52.
- [7] 林超.中国自然区划大纲(摘要). *地理学报*, 1954,20(4):395~418.
- [8] 黄秉维.中国综合自然区划草案. *科学通报*, 1959,(18):594~602.
- [9] 赵松乔.中国综合自然区划的一个新方案. *地理学报*, 1983,38(1):1~10.
- [10] 席承藩,张俊民,丘宝剑,等.中国自然区划概要.北京:科学出版社,1984.
- [11] 侯学煜.中国自然生态区划与大农业发展.北京:科学出版社,1988.
- [12] 周三.中国农业区划的理论与实践.合肥:中国科学技术大学出版社,1993.
- [13] 杨树珍.中国经济区划研究.北京:中国展望出版社,1990.
- [14] 刘再兴.中国生产力总体布局研究.北京:中国物价出版社,1995.
- [15] 郭振淮.经济区与经济区划.北京:中国物价出版社,1998.
- [16] 高密来.中国生态环境区划初探. *生态学杂志*, 1995,14(2):37~43.
- [17] 刘国华,傅伯杰.生态区划的原则及其特点. *环境科学进展*, 1998,6(6):67~72.
- [18] 傅伯杰,陈利顶,刘国华.中国生态区划的目的、任务及特点. *生态学报*, 1999,19(5):591~595.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 苗鸿,王效科,欧阳志云.中国生态环境胁迫过程区划研究. *生态学报*, 2001,21(1):7~13.
- [22] 王效科,欧阳志云,肖寒,等.中国水土流失敏感性分布规律及其区划研究. *生态学报*, 2001,21(1):14~19.
- [23] 刘胤汉,管海晏,李厚地,等.西北五省(区)生态环境综合分区及其建设对策. *地理科学进展*, 2002,21(5):403~409.
- [24] 张荣祖.横断山区干旱河谷.北京:科学出版社,1992.
- [25] 赵跃龙.中国脆弱生态环境类型划分及其综合整治.北京:中国环境科学出版社,1998.
- [26] 赵景柱.景观生态空间格局动态度量指标体系. *生态学报*, 1990,10(2):182~186.
- [27] 叶延琼,陈国阶. GIS支持下的岷江上游流域景观格局分析. *长江流域资源与环境*, 2006,15(1):112~115.
- [28] 曾辉,郭庆华,喻红.东莞市凤岗镇景观人工改造活动的空间分析. *生态学报*, 1999,19(3):298~303.