

# 生态地理区划研究进展

程叶青, 张平宇

(中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

**摘要:**生态地理区划是国内外地理学和宏观生态学研究的热点问题之一。国外学者对生态地理区划概念、原则和指标体系和方法等进行了大量的研究和讨论,并就全球、国家和区域尺度的生态地域系统进行划分。其研究经历了从单生态因子分异的规律性认识、生态系统聚合、人类作为生态系统一部分的单要素划分到层次约束、相互包容与不包容的等级斑块思维的整体性功能、过程和结构性划分的发展路线。我国生态地理区划在借鉴自然区划的基础上发展较为迅速,并在区划的原则、方法、理论等方面取得重要进展,就全国或地区的生态地理综合区划及要素区划等进行了深入的探讨。但仍然处于探索阶段,理论和技术体系不完善。中国未来生态地理区划应重点展开基础理论研究,构建严密的区划体系和理论体系,更加关注人文要素在区划中的重要影响,注重新方法和技术的应用,并加强对典型生态地域系统区划研究。为区域经济发展与生态环境保护、改良和合理利用提供科学依据。

**关键词:**生态地理区划;生态地域系统;进展

文章编号:1000-0933(2006)10-3424-10 中图分类号:P942,Q149,X171.1 文献标识码:A

## Progrst on eco-geographical regionalization researches

CHENG Ye-Qing, ZHANG Ping-Yu (Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(10): 3424 ~ 3433.

**Abstract:** Eco-geographical regionalization provides a scientific basis for rational management and sustainable utilization of natural resources such as in constructing healthy eco-environment and making policies of sustainable development. Under the conditions of global environmental changes, loss of biodiversity and lack of land resources, methods of eco-regionalization and eco-mapping have drawn considerable attention, because they are important issues in macro-ecology and geography studies at home and in abroad. Large efforts have been made in abroad to elucidate the ecosystem's response to global environment changes, to analyze the causes, and to provide a scientific basis for exploiting and utilizing resources, conserving biodiversity, and making strategy of regional sustainable development. Conception, principle, and methodology, index system of eco-geographical regionalization have been studied, and schemes of which have been expounded in global, national and regional scales in recent years. Studies on eco-geographical regionalization have gone through a process from single factor regionalization to integrity function, process and structural demarcation, in which disciplinarian recognizing of differentiation of single ecological factor, polymerization of ecosystem and mankind as a part of ecosystem were transformed into layer restriction, interactive embodiment and incomprehensive hierarchical patch.

Studies on eco-geographical regionalization in China have also made great progress in principle, methodology, and theory since 1930s, for example, comprehensive eco-regionalization and element regionalization in national and regional scale have been

**基金项目:**国家重点基础研究发展计划资助项目(2004CB41850-7);中国科学院知识创新工程重大资助项目(KZCX1-SW-19);中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(KZCX3-SW-340)

**收稿日期:**2005-07-22; **修订日期:**2005-11-08

**作者简介:**程叶青(1976~),男,湖南武冈人,博士生,主要从事生态经济与区域农业发展研究. E-mail: yqcheng@neigae.ac.cn

**Foundation item:** The project was supported by National Key Basic Research and Development Program of China (No. 2004CB41850-7); The Knowledge Innovation Project of Chinese Academy of Sciences (No. KZCX1-SW-19) and (No. KZCX3-SW-340)

**Received date:** 2005-07-22; **Accepted date:** 2005-11-08

**Biography:** CHENG Ye-Qing, Ph. D. candidate, mainly engage in ecological economic and regional agriculture development. E-mail: yqcheng@neigae.ac.cn

discussed, and no less than ten schemes of eco-regionalization have been put forward since 1954. However, theory, methodology and technical system of eco-geographical regionalization has not been consummated. For example, a rational standard of regionalization system to regulate regional ecosystem and to formulate sustainable development strategy has not been identified. Meanwhile, earlier studies paid more attentions to elucidate the impacts of natural factors rather than human factors, making it difficult to reflect actual effect of human activity itself and the mechanism to eco-regional system.

In all, more efforts should be made to strengthen basic theory studies on eco-geographical regionalization, to construct more rigorous regionalization system, to pay more attention to impact of human factors, and to apply new technology and method in practice of regionalization, such as GIS, GPS and RS. Furthermore, we should construct basic database of eco-geographical regional system based on the massive data coming from RS and field investigation, experimental simulation and physiochemical analysis, and strengthen regionalization studies on typical ecoregions such as in loess plateau, Yangtze River delta, and Zhujiang River delta.

**Key words:** eco-geographical regionalization; eco-regional system; advance; prospect

地理学区域学派创始人赫特纳(Hettner, A)指出<sup>[1]</sup>,区域就其概念而言是整体的一种分割,一种地理区划就是不断的分解为它的部分。自然地域区划就是从地域角度出发,研究地球表层综合体,揭示地域分异规律,探讨不同尺度地域划分的科学,依据自然地理地带性和区域分异规律进行的自然地域区划历来是地理学研究的重要内容<sup>[2]</sup>。生态地理区划是自然地域系统研究引入生态系统理论后在新形势下的继承和发展,是在对生态系统客观认识和充分研究的基础上,应用生态学原理和方法,揭示自然生态区域的相似性和差异性规律,以及人类活动对生态系统干扰的规律,从而进行整合和分区,划分生态环境的区域单元<sup>[3,4]</sup>。自1976年美国学者贝利(Bailey)提出了有真正意义的生态地域划分方案以来<sup>[5]</sup>,生态地理区划成为国际地理学界、生态学界一直关注的课题,其成果也越来越多的应用于阐明生态系统对全球环境变化的影响,分析区域生态与环境问题的形成与机理<sup>[6]</sup>,其发展过程经历了一条从单生态因子分异的规律性认识、生态系统聚合、人类作为生态系统一部分的单要素划分到层次约束、相互包容与不包容的等级斑块思维的整体性功能、过程和结构性划分的发展路线<sup>[7]</sup>。由于人类经济活动对生态环境不合理干扰程度的增强,全球与区域生态环境日益恶化,资源过度消耗、环境污染、生态破坏等一系列生态环境问题严重威胁到人类的生存和发展,因此,对全球与区域进行生态地理区划具有重要的现实意义,其目的是针对不同区域的生态环境问题,提出综合整治方案,为区域经济发展与生态环境保护、改良和合理利用提供科学的依据。

## 1 国外生态地理区划研究进展

生态地理区划是在借鉴自然区划原理和方法的基础上发展起来的。但与植被区划、单要素的自然区划或综合自然区划不同,生态地理区划基于生态系统概念和理论,重视系统的整体性,关注的是具有相似生物潜力、相似结构特征和相似生态危机的生态单元,侧重于生态系统及其组合的功能特征,是单项生物要素地域划分的综合,突出生态过渡区及特殊地面组成物质区的独立,注意生态系统在空间场景上的同源性和相互联系性。国外生态地理区划主要包括自然(生态)地域系统划分的概念、原则、指标体系的研究,以及全球或区域生态制图、生态区划类型和生态敏感性研究。

霍迈尔(H. G. Hommeyer)于19世纪提出了地表自然区划和主要单元内部逐级分区概念,并提出小区(Ort)、地区(Gegend)、区域(Landschaft)和大区(Land)4级地理单元,开创了现代自然区划的研究<sup>[8]</sup>。1898年迈里亚姆(Merriam, C. H.)对美国的生命带和农作物带进行了详细的划分,这是世界上首次以生物作为分区的指标<sup>[9]</sup>。俄罗斯道库恰也夫(Dokuchaev)从自然地理带或景观地带的概念发展了生态地区(Ecoregion)概念,提出了气候、植物、动物在地球表面上的分布有严密的顺序,由北而南的规律地排列,因而可将地球表层分成若干个带<sup>[10]</sup>。英国生态学家Herberston提出进行全球生态地域划分的必要性<sup>[11]</sup>。1935年英国生态学家坦斯勒(A. Tansley)提出生态系统的概念,指出“有机物与其环境构成一个自然系统,生态系统不仅是有机复合体,而且是我们称为环境的自然因子的复合体,生态系统是各个环境因子综合作用的表现”<sup>[12]</sup>。这种思维深刻地

影响了生态区划,也成为全球陆地植被生态系统划分的核心理论。从此各国生态学家对生态系统开展大量的研究工作,使人们对生态系统的形成、演化、结构和功能以及影响生态系统的各环境因子有了较为充分的认识。在此基础上,以植被(生态系统)为主体的自然生态区划方面的研究工作全面开展<sup>[13~15]</sup>,并以气候(主要是水热因子)作为影响生态系统(植被)分布的主导因子,确立了一系列划分自然生态系统(植被)的气候指标体系和方法<sup>[16~18]</sup>。其中有代表性的就是柯本(Koepfen)的气候-植被分类方案<sup>[16]</sup>和 holdridge 生命地带图式<sup>[17]</sup>。前者划分的依据主要是与植被相关的气候指标,由于气候台站数量的限制,所划分出的界线往往用植被界线去修正,实际上是决定于植被界线。后者则将潜在植被与气候联系起来,按照降水量、可能蒸发率和生物湿度来进行划分。总之,上述研究对生态地理区划的理论和方法缺乏统一的认识,采用的指标也各不相同,有的甚至忽视了生态学意义和作用。尽管如此,研究依赖水热条件,到既考虑利用自然,也维护和修复重建受损生态系统的生态地理区划,代表了生态学发展趋势。

1976年,Bailey提出了一个具有真正意义的生态地域划分方案<sup>[5]</sup>,其目的是为了在不同尺度上管理森林、牧场和有关土地,认为区划是其按照其空间关系来组合自然单元的过程,生态地域分类的目的在于将“一个区域景观”划分为不同尺度的生态系统单元,这些单元是评估生态系统生产力和对管理实践响应的基础,这对于资源开发与环境保护双方都具有重大的意义。并按照地域、区、省和地段等4级划分出美国的生态区域<sup>[19]</sup>。德国生态学家沃尔德(H. Walter)等对全球自然陆地生态系统进行划分,从气候的观点将世界划分为等级生态系统的方案,按气候等因子划分出9个地带生物群落<sup>[20]</sup>。除此之外,Rowe J S、Wiken E B、Baily R. G等<sup>[21~24]</sup>对生态区划的原则和依据以及区划的指标、等级和方法等进行了大量的研究和讨论。1989年,Bailey在研究北美和美国生态区域的基础上,将库彻勒(Kuchler)的“全美潜在自然植被图”与气候区域图拼接作为划分生态区域的基础图件,并参照哈蒙德(Hammond)的1:5000000地形图进一步修订,以柯本气候系统修改的1:7500000世界气候图和1:20000000北美气候图作为区域划分的依据,编制了世界各大陆的生态区域图<sup>[25]</sup>。其后在大量实际调查研究的基础上,于1995年编制了北美和美国范围内的陆地生态区域图和海洋生态区域图<sup>[26]</sup>。1996年美国生态学大会上所展示的包括大、中、小等不同尺度的生态区划研究成果,显示了区划研究的新进展<sup>[27,28]</sup>。生态区划及生态制图也成为当前宏观生态学的研究热点<sup>[29]</sup>,该时期生态地理区划进入了一个新的发展阶段,主要包括几个方面的内容:

(1) 原则与方法 等级性原则是生态区域逐级划分的理论依据,是了解生态系统空间格局的基础,包含生态系统的结构等级和生态过程等级两方面的内容。一般而言,生态系统的等级性体现在低等级组分依附于高等级并反映其格局,物质和能量从高等级流向低等级,组分间是相互影响的<sup>[23]</sup>。区划的方法一般可分为定性分区和数量分区两大类。定性分区以专家集成为主,包括叠置法、主导因素法、景观制图法;数量分区包括多变量聚类法、多元线性判别法、模糊判别法和数字成像法<sup>[26]</sup>。

(2) 指标体系 任何一种区划都是利用各种定性和定量的指标规定其区划界线,然而指标的选取既要客观地反映事物的本质,又要以尽可能少的数量涵盖尽可能多的信息<sup>[26]</sup>。选择不同的区划指标,往往会形成不同的区划结果<sup>[25]</sup>。一般而言,气候是大尺度下生态系统的主要决定因素,而地貌和地形对水热因子的分布起重要的作用,它们往往在区划的过程中被确定为主要指标之一<sup>[30]</sup>。国家级的区域划分首先应该以反映因果关系的环境因子指标为基础,大的生态气候带是将大陆这样的大区域划分为几个大单元的最佳手段。植被给出非常敏感的气候变化指标,其宏观特性也成为限定二级划分的最佳指标<sup>[19]</sup>。

(3) 生态地域类型划分 德国许多学者将生态系统与地理空间联系在一起,研究“生态带”,或称“地带性生态系统”,其他学者如帕萨尔格(Passarge)、缪勒-霍恩斯坦(Mueller-Hohenstein)、布雷默(Bramer)等称为“景观带”、“地理带”、“地带”<sup>[31]</sup>。他们的系统是一种空间类型划分,但不是等级系统。

(4) 生态地域系统敏感性研究 生态敏感性研究是生态地理区划研究的重点内容之一,包括水文系统对气候变化的敏感性<sup>[32]</sup>,大陆架的生态敏感性<sup>[33]</sup>,印度农业和气候的敏感性<sup>[34]</sup>,以及北非在全全新世时期湿地和湿地植物对于气候变化的敏感性<sup>[35]</sup>等。

总体而言,国外生态地理区划大多反映的对象是自然界温度、水分、生物和土壤等自然要素的空间格局,及其与资源、环境的匹配,主要从地域分异规律出发,反映自然生态地域的相似性和差异性,揭示环境问题的本源<sup>[19]</sup>。对单个或者是多个自然要素的生态地理区划成为该时期生态学和地理学研究的主要内容,这些区划工作主要是从自然生态因素出发,几乎没有考虑到作为主体的人类在生态系统中起的作用。但是,地球陆地表面真正没有人类活动的“自然地带”所剩无几,人类及其活动成为生态区划的重要因子也就成为必然。尽管近年来在生态系统研究和生态地理区划中对人类活动的影响给予了较多的关注,但远没有反映人类活动本身的实际影响及其与生态环境间的相互作用机制。因此,生态地理区划应突破以前自然区划的局限性,关注并强化人类活动在资源开发和环境保护中的作用和地位。充分应用生态区划与生态制图的方法与成果,阐明生态地域系统对全球变化的响应,分析区域生态环境问题形成的原因和机制,并进一步对生态环境和生态资产进行综合评价。

## 2 国内生态地理区划研究进展

我国早期所进行的全国自然地域系统划分<sup>[36]</sup>和综合自然区划<sup>[37,38]</sup>可以说是我国生态地理区划的雏形,但直到 20 世纪 80 年代,随着生态系统观点、生态学原理和方法逐渐被引入自然地域系统研究,生态地理区划研究才得以进一步深入。1988 年侯学煜先生在其《中国自然生态区划与大农业发展战略》中以植被分布的地域差异为基础进行了全国自然生态区划,并与大农业的发展战略相结合进行了探讨<sup>[39]</sup>,该区划方案是中国最早直接冠以生态区划的研究成果。在其后近 20a 中,中国生态地理区划研究不断深入,并取得重要成果:

(1) 生态地理区划概念的理解 等级生态区域的划分称作生态分区或区划,是自然区划的一种,是从生态系统的整体出发,侧重区域生态系统及其组合的功能特征的一致性,因而和区域开发及生产规划有更加密切的联系<sup>[40]</sup>。不仅要重视等级系统的构成,而且尤其强调这种等级系统空格局的显现,即为不同等级的区域生态系统的确定<sup>[41]</sup>。生态地理区划是根据一定区域内生态系统结构、功能和动态的空间分异性划分为具有相对一致生态因素综合特征与潜在生产力的地块,从而作为自然资源合理开发、利用与保护,以及综合农业规划布局与可持续发展的基础。因此区划的目的决定了区划的原则和分类单位系统<sup>[42]</sup>。其目的是为区域资源开发与环境保护的地域分工、生态环境综合整治以及区域可持续发展战略提供理论和决策依据,从而为社会经济的可持续发展服务<sup>[41]</sup>。“河北省生态与灾害研究”课题组认为生态区划是在一定的自然区域范围内,以生态系统类型为基础,以生态特征、空间结构、生产力、稳定性和人为活动对系统的生态关系及其整体功能的影响度为指标,进行的自然生态系统类型划分和空间定位。揭示生态区的形成和结构,充分认识区域的相似性和差异性,进而揭示产生这种分异的真相,是生态区划的主要目的、任务和意义,也是进行生态规划和生态经济管理的基础<sup>[43]</sup>。

(2) 生态地理区划的原则、方法、指标体系的研究 生态地理区划所面对的客体特征可以简单地概括为:整体性、开放性、相对稳定性和时空层次性<sup>[43]</sup>。据此,生态地理区划分所采用的原则包括区域等级层次原则、区域的相对一致性原则、区域发生学原则和区域共扼原则。此外,还应该考虑地域主导生态系统类型、生态稳定程度、生态演替方向以及所划分出的区域的主要生态环境问题、生态危机的轻重程度、地域分布特征、生态整治方向和对策措施的相似性或差异性<sup>[6]</sup>。生态地理区划采用的方法逐步由定性分析向定性和定量分析相结合的方向发展,区划途径将“自上而下”和“自下而上”的分区途径有机结合<sup>[44]</sup>,而专家集成与模型定量相结合的方法是近期中国生态地理区划研究最为主要的方法<sup>[43,45]</sup>。此外,生态类型制图法、要素选置法、要素相关分析法及主导标志法都是生态地理区划研究中普遍使用的方法。生态地理区划界线的划分,需要一定的指标体系,一般较高级单位的划分依据侧重考虑生物气候差异,先注意水平地带性,后考虑垂直地带性<sup>[2]</sup>。在指标体系的选取方面,国内外存在很大的差异。部分学者主要从自然地域系统出发,选择地势、温度、水分、植被等自然要素作为不同等级生态地理区域划分的依据<sup>[6,43]</sup>,有的学者考虑了人类活动对生态地理区域的重要影响,把人口状况、土地利用、经济活动等人文因素纳入了次等级的区划体系中<sup>[45,46]</sup>,反映人类活动对生态地理区域的影响。

(3)生态资产区划 生态资产是所有者对其实施生态所有权并且可以从中获取经济利益的生态景观实体,其实质是一切生态资源的价值表现形式,是国家拥有的能以货币计量的、并能带来直接、间接或潜在利益的生态经济资源<sup>[47]</sup>。生态资源的丰度及组合状况制约区域经济的特征、产业结构与发展方向。因此,生态系统服务功能和生态资产的正确估算对生态地理区划具有重要的意义。具有代表性是黄兴文等在界定生态资产概念和价值构成的基础上,提出生态资产评估的理论依据、基本假设、方法体系和分区程序,并运用综合评估法拟订了初步的中国生态资产分区方案<sup>[48]</sup>。

(4)生态胁迫过程区划 生态环境胁迫过程区划就是研究中国不同地区人类活动对生态环境胁迫过程的类型、压力和程度,以及对生态环境的影响<sup>[41]</sup>。我国对生态环境胁迫方面的研究不多见,苗鸿从复合系统的主体人类活动对生态环境胁迫机制入手,选择社会经济、污染胁迫过程、资源胁迫过程和胁迫效应等4个方面12个数量指标,运用数量分区的方法,制订了中国生态环境胁迫过程的三级分区方案,共分出2个1级区、10个2级区和29个3级区<sup>[49]</sup>。

(5)生态敏感性区划 生态环境敏感性是指生态系统对人类活动干扰和自然环境变化的反映程度,说明发生区域生态环境问题的难易程度和可能性大小。目前,对生态敏感性的研究多集中在某一生态问题或国家尺度上的综合<sup>[50-51]</sup>。近年来,关于省、市级区域生态敏感性区划也引起部分学者的注意。杨志峰应用生态因子评分方法和GIS技术将广州市划分为最敏感区、敏感区、弱敏感区和非敏感区4个等级<sup>[52]</sup>。刘康等应用GIS空间分析方法对甘肃省生态环境的敏感性进行了单因子评价和综合评价,并依据评价结果进行分区<sup>[53]</sup>;姚卫红根据社会-经济-自然复合生态理论及景观生态学技术方法,主要进行土壤侵蚀、土地沙漠化、土地盐渍化和生物多样性及生境四项内容敏感性评价与分区<sup>[54]</sup>。

(6)生态地理综合区划 生态地理综合区划方案研究是宏观生态学和地生态学研究的核心内容之一。从空间层面看,以全国和大区域为对象的生态地理区划方案的研究成果丰富。

国家尺度的区划 侯学煜先生的中国自然生态区划方案首先按温度差异将我国划分为6个温度带,再根据生态系统的差异将全国划分为22个生态区<sup>[39]</sup>。杨勤业等采用了专家集成与模型定量相结合的方法,依据地势、气候等因素将全国划分为3个生态大区、16个生态区和52个生态地区<sup>[55]</sup>。徐继填等根据相对一致性、主导生态系统、区域生态系统共轭性、县级行政单元完整性等原则,把全国划分为12个生态系统生产力区域、64个生态系统生产力地区,区划结果反映出中国生态系统生产力存在有明显的等级阶梯分布,而且这种阶梯分布与中国的地貌轮廓的3级台阶有良好的关联<sup>[56]</sup>。傅伯杰等分别根据我国的气候和地势、温湿指标与地带性植被类型,及地貌类型、生态系统类型、人类活动指标等。采用自上而下逐级划分,专家集成与模型定量相结合的方法,将我国划分为3个生态大区,13个生态地区和57个生态区<sup>[45]</sup>。郑度等采用“自上而下”的演绎途径与“自下而上”的演绎途径相结合,采用数理统计与GIS的空间表达结合的方法,构建了中国生态地理区划系统模型,划分了11个温度带、21个干湿地区和48个自然区<sup>[6]</sup>。

大区域与流域尺度区划 傅伯杰依据大地构造与地貌类型、水热气候、温湿、不同生态系统的结构组合和功能特点、地形、人类活动强度等指标,把我国西部划分为7个一级区、22个二级区<sup>[46]</sup>。王少平运用地域分异规律和复合生态系统理论的原理和方法,结合生态环境质量主成分分析结果,将赣江流域划分成3个生态区和10个生态亚区<sup>[57]</sup>。

省(市)级尺度的区划 李博采用顶极植物群落生产力的高低作为生态一致性相和区域生产潜力的标志,生态分区单位采用等级系统,将内蒙古划分为7个生态区、47个生态小区<sup>[40]</sup>。杨一光采用三级区划法,将云南省划分为4个生态区、12个生态亚区和若干生态小区<sup>[58]</sup>。“河北省生态与灾害研究”课题组利用3S技术,综合专家集成和定量分析方法,对地貌、气候、植被、土壤、经济结构、经济活动强度、土地利用类型、生态功能等主因子数据进行叠加与分析,将河北省分为8个生态环境区、15个生态环境亚区、24个生态环境小区<sup>[43]</sup>。

(7)生态功能区划 生态功能区划是依据生态系统特征、受胁迫过程与效应、生态服务功能重要性及生态环境敏感性等分异规律而进行的地理空间分区,是继自然区划、农业区划、生态区划之后有关生态环境保护与

建设的重大基础性工作。国家环保总局于 2002 年发布了《生态功能区划暂行规程》,对如何开展生态功能区划进行了原则性的规定。同时有关学者对生态功能区划的理论、方法、目标体系等进行了大量的研究<sup>[59,60]</sup>,完成从省区到城市<sup>[61,62]</sup>、从流域到区域<sup>[63~65]</sup>的生态功能区划方案。这些研究成果进一步明确了区域生态安全重要区和保护关键区,揭示区域发展过程中存在的生态境问题,为产业布局、生态保护与建设规划提供了科学依据。

### 3 生态地理区划研究评述与前瞻

国内外生态地理区划经历了从单一的植被区划,到多要素的综合自然区划,再到考虑人类活动影响的现代生态区划;经历了从自然要素分异揭示自然地带性规律,到用生态系统的观点看待地球,并进行生态环境综合分区,表明了认识论和方法论上的进步。在研究内容上主要就生态地理区划的概念、划分原则、指标体系、生态制图等方面进行了大量的理论总结,针对全球、国家或区域尺度的生态地域系统进行了划分,通过生态制图揭示生态系统中各要素与环境间的相互作用机制,以及生态地域系统空间结构与区域分异。丰富和完善生态地域系统理论,为未来生态地理区划研究奠定基础,也为生态环境改善、保护与治理提供可借鉴的依据。但是,并未能形成完整的理论体系,也未能确定一个对全球、国家或区域具有普遍意义的区划指标体系。此外,过多的考虑自然要素对生态地域系统的影响,而对于在生态地域系统演替过程中具有重要作用的人文要素缺乏必要的考虑,使得区划成果在实践应用中难以体现。且大多是反映生态地域系统的静态特征,难以及时刻画自然和人类活动的动态影响,也难以对变化中的生态地域系统进行优化和调控。在研究方法上过多的依赖于传统的统计分析和因子分析,未能与地理信息系统、遥感地学分析等现代技术和手段充分结合,限制了区划的深入研究。因此,应从如下方面加强生态地理区划研究。

#### 3.1 更多的关注人类活动对生态环境的影响,研究其与生态环境的相互作用机制

自然界地域分异规律是进行生态区划的理论基础<sup>[66]</sup>,早期综合自然区划<sup>[37,38,67]</sup>的结果,突出的显示出自然地带性规律,地形地貌、气候、植被等自然因子成为区域宏观生态地理区划的主要指标。但是,由于人类活动的深刻影响,现代生态环境具有社会化、技术化和经济化等特点,生态地理区划的客体成为一个以人类活动为主体的社会-经济-自然复合系统,是自然地域分异规律的延续,是自然环境叠加人类活动的产物。区域环境的相似性和差异性由复合生态系统及其所包含的空间和结构层次的区域分异所决定,只有从人地关系的高度综合看待环境问题,才能真正地揭示现代环境的本质<sup>[68]</sup>。以地域单元作为重要层次,从整体上对自然因素和人为因素进行综合研究,有助于深入了解人类活动对自然界和地理环境的作用,分析自然界和地理环境对人为影响的反馈<sup>[69]</sup>。未来的生态地域系统研究应该更多考虑人类活动可能产生的影响及其反馈,由主要考虑温度、水分、植被、土壤和地貌等生态环境因素特征,向既考虑上述特征,又考虑生态系统的生态敏感性、生态胁迫过程、生态系统的服务功能的方向转变。在自然环境特征与人类活动作用相结合方面,更多地研究不同生态系统与人类活动之间的相互制约和相互促进,即人类活动如何影响和改变生态系统的结构与过程,反过来,生态系统又如何反馈。广泛应用生态地理区划的成果和方法来阐明生态系统对全球环境变化的响应,分析区域生态环境问题形成的原因和机理,为区域资源开发利用、生物多样性保护以及区域可持续发展战略的制定提供科学依据。

#### 3.2 加强生态地理区划的理论探讨,构建严密的区划体系

生态地理区划研究取得了丰硕的成果,在理论、方法和指标体系方面取得重要进展,由于研究对象的尺度选择、生态系统的复杂性和研究数据的难以获取性等影响,服务于不同研究目标,区划的指标体系、重要界限的确定、区划方案等存在较大的分歧。由于以往的区划研究大多数未能合理的对自然要素和人文要素加以考虑,导致跨学科的研究踟躇不前,生态地理区划理论薄弱。为达到区域可持续发展目的,必须把自然和人文两类要素有效的结合起来,建立同时具备自然和人文要素的更为严密的区划综合指标体系。但是在具体的区划过程中,应该更多的考虑在不同等级的生态地域系统内关键人文要素的影响,正确辨识主导生态因素及其对生态系统的作用机理,注意突出人工生态系统的地位与特殊生态系统的作用。

### 3.3 完善区划的方法论,探索综合集成方法

国内外生态地理区划主要采用“自上而下”的区划途径进行生态地域单元的划分,主要依据自然要素如气温、降水、地形地貌、植被等指标划分大的生态地域单元。而生态地域系统作为一个受自然要素和人类活动双重作用的复合系统,在划分的时候除了要考虑自然要素的影响,还应该充分考虑人类活动的影响。“自下而上”的方法是在基本单元的基础上对区域进行相似性合并,逐级得出区划单元,下级单元界线的可靠性较大,同时也保证了更高一级区划单元界线的精确性。并且能从根本上体现人类活动的影响,但相对于“自上而下”途径工作量大,操作过程复杂,在生态地理区划研究中未能充分展开。因此,生态地理区划中应加强“自上而下”和“自上往下”两种途径有机的结合,采取“自下而上”方法为主,兼顾“自上而下”的途径进行区划,合理、准确反映自然和人类活动对生态地域系统的影响。

生态地理区划所涉及的因素很复杂,其形成过程和空间分异不一,在社会经济发展的不同阶段呈现错综复杂的现象,为迅速取得、处理和更新信息,必须借助于地理信息系统(GIS)、卫星定位系统(GPS)和遥感地学分析等信息科学和遥感技术应用的方法。3S技术的发展为生态地理区划提供了广阔的前景,为区划研究从静态走向动态,并分析人类活动的影响提供良好的技术基础,促进了生态地理区划研究不断深入,加深对地域分异规律、机理、过程的认识,提高预测预报能力和规划、设计与决策水平,使生态地理区划研究立足于现代科学较高的起点。未来生态地理区划应该更加充分的应用3S技术,采用专家个人和团体智能,理念分析、模型应用和多学科集成等方法,探索区划的综合集成方法,构建中国生态地理区划的时空动态模型和方法体系。

### 3.4 构建生态地域系统数据库,加强对典型生态地域系统的区划研究

已有的科学研究及相关工作为生态地理区划积累了丰富的遥感对地观测数据、野外观测数据、实验模拟数据、理化分析数据和社会经济统计数据等海量的多源时空数据,这些数据包括多层次、多时段的自然、社会经济等状况。由于生态地理区划系统对象的复杂性,有必要建立不同空间尺度和不同时段生态地域系统数据库,反映区域自然、人文等要素的状态、存量、结构和格局,准确把握全球化过程中地区资源环境和经济社会状况的变化,对生态地域系统进行实时监控和调控。为生态地域系统进一步深入研究和区划提供数据支撑和可靠依据。

目前,利用中国资源环境数据库进行的全国性生态地理区划研究取得了重要进展,但对于生态环境脆弱地区及环境污染严重的典型地区研究相当薄弱。为促进地区生态环境和社会经济发展的协调,促进区域可持续发展,必须加强黄土高原、青藏高原、南方丘陵、喀斯特地区、西北干旱区、农牧交错区等生态环境脆弱区和长江三角洲、珠江三角洲、京津唐等城市密集区的生态地理区划。除此之外,海洋作为地球表层系统的重要组成部分,应该受到更多的关注,海洋生态地域系统的划分应该成为未来生态地理区划研究的重要内容,并结合陆地生态系统进行海陆复合生态系统的综合区划。

## References:

- [1] Hettner A. Geography: its history, nature and methodology. Beijing: the Commercial Press, 1983.
- [2] Yang Q Y, Wu S H, Zheng D. A retrospect and prospect of researches on regional physic-geographical system (RPGS). Geographical Research, 2002, 21(4): 407~416.
- [3] Omernik J M. Ecoregions: A framework for managing ecosystems. The George Wright Forum, 1995, 12(1): 35~50.
- [4] Liu G H, Fu B J. The principal and characteristics of ecological regionalization. Advance in Environmental Science, 1998, 6(6): 67~72.
- [5] Baily R. G. Ecoregions of the United States. Ogden. UT USDA Forest Service. Intermountain Region. 1 7500000 (Colored). 1976.
- [6] Yang Q Y, Zheng D, Wu S H. Eco-geographic region study in China. Progress in Natural Sciences, 2002, (3): 287~291.
- [7] Wu J G. Paradigm shift in ecology: an overview. Acta Ecologica Sinica, 1996, 16(5): 449~460.
- [8] Zheng D, Yang Q Y, Zhao M C, et al. Researches on regional physic-geographical system. Beijing: China Environment Press, 1997.
- [9] Merriam C H. Life zones of the United States. Bull. Div. Biol. Surv, 10, Washington, DC. U. S. Department of Agriculture, 1898.
- [10] Dockuchaev V V. On the theory of natural zones. 1899. In: Sochinieniya (collected Works). 1951, 6. Moscow-Leningrad.
- [11] Herbertson A J. The Major Natural Regions. An essay in systematic geography. Geography Journal, 1905, (25): 300.

- [12] Tansley A. The use and abuse of vegetational concept and terms. *Ecology*, 1935, 16(3): 284 ~ 307.
- [13] Krajina V J. Biogeoclimatic zones and classification of British Columbia. *Ecology of Western North America*, Univ. of British Columbia Press, Vancouver, 1965. 1 ~ 17.
- [14] Rowe J S. Forest regions of Canada. Canadian Forestry Service Publication 1300. Ottawa. Ontario. 1972.
- [15] UNESCO. International classification and mapping of vegetation, Series 6, Ecology and Conservation. Paris, France, 1973.
- [16] Köppen W. *Grundriss der Klimakunde*, Berlin: Walter de Gruyter, 1931.
- [17] Holdridge L R. Determination of world plant formations from simple climate data. *Science*, 1947, (105): 367 ~ 368.
- [18] Penman H L. Estimating evaporation. *Transaction of American Geophysical Union*. 1956, 37(1): 43 ~ 50.
- [19] Bailey R G. Delineation of ecosystem regions. *Environmental Management*, 1983, 7(4): 365 ~ 373.
- [20] Walter H, Box E. Global classification of natural terrestrial ecosystem. *Vegetation*, 1976, (32): 75 ~ 81.
- [21] Rowe J S, Sheard J W. Ecological land classification: a survey approach. *Environ. Manage*, 1981, 5(5): 451 ~ 464.
- [22] Wiken E B. Ecozones of Canada. Environment Canada. Lands Directorate, Ottawa, Ontario (mimeo), 1982.
- [23] Bailey R G. Ecological regionalization in Canada and the United States. *Geoforum*, 1985, 6(3): 265 ~ 275.
- [24] Klijn F, Udo de Haes H A. A hierarchical approach to ecosystem and its implications for ecological land classification. *Landscape Ecology*, 1994, 9(2): 89 ~ 104.
- [25] Bailey R G. Explanatory supplement to ecoregions map of the continents. *Environment Conservation*, 1989, 16(4): 307 ~ 310.
- [26] Robert G, Bailey. *Ecosystem Geography*, Springer, USA, 1995.
- [27] Bailey R G. *Ecoregions: The ecosystem geography of the oceans and continents*. New York: Springer-Verlag, 1998.
- [28] Wiken B, Gauthier, Marshall I, *et al.* A perspective on Canada's ecosystems. CCEA Occasional Papers (No. 14), 1996.
- [29] Bailey R G. *Ecosystem geography*. New York. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1996.
- [30] Harding J S, Winterbourn M J. An ecoregion classification of the South Island. *J. of Environmental Management*, 1997, (51): 275 ~ 287.
- [31] Schultz J. *The Ecozones of the World*. Berlin: Springer, 1995.
- [32] Muzik I. Sensitivity of hydrologic systems to climate change. *Canadian Water Resources Journal*, 2001, 26(2): 233 ~ 252.
- [33] Rodriguez E, Vila L. Ecological sensitivity atlas of argentine continental shelf. *International Hydrographic Review*, 1992, 69(2): 47 ~ 53.
- [34] Kumar KSK, Parikh J. Indian agriculture and climate sensitivity. *Global Environment Change, Part A: Human and Policy Dimensions*, 2001, 11(2): 147 ~ 154.
- [35] Carrington D P, Gallimon R G, Kutzbach J E. Climate sensitivity to wetlands and wetland vegetation in mid-Holocene North Africa. *Climate Dynamics Clim. Dyn.*, 2001, 17(2): 151 ~ 157.
- [36] Zhu K Z. Climate Region of China. *Collection of Institute of Meteorology*, 1931. No. 1.
- [37] Huang B W. Draft of the complex physical division of China. *Scientia*, 1959, (18): 594 ~ 602.
- [38] Ren M E, BAO H S. China's natural regionalization and development. Beijing: Science Press, 1992.
- [39] Hou X Y. Natural ecological regionalization and agriculture development in China. Beijing: Science Press, 1988.
- [40] Li B, Yong S P, Zeng S D, *et al.* The principle, method and application of ecological regionalization-Explanation of the ecological regionalization map for the Inner Mongolia Autonomous Region. *Acta Phytoecologica ET Geobotanica Sinica*, 1990, 14(1): 55 ~ 62.
- [41] 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.
- [42] Ni J, Cheng Z X, Dong M, *et al.* An eco-geographical regionalization for biodiversity in China. *Acta Botanica Sinica*, 1998, 40(4): 370 ~ 382.
- [43] Research team of "Hebei ecology and disaster". Research on regional regionalization in Hebei Province. *Geography and Geo-information Science*, 2003, 19(5): 82 ~ 85.
- [44] Zhang G C, Liu X, Guo C L, *et al.* Status and prospect of ecological regionalization. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 17(5): 7 ~ 10.
- [45] Fu B J, Liu G H, Cheng L D. Scheme of ecological regionalization in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(1): 1 ~ 6.
- [46] Fu B J, Cheng L D, Meng Q H. Eco-regionalization of west China and its regional development countermeasures. *Arid Land Geography*, 2000, 23(4): 289 ~ 297.
- [47] Wang J M, Wang R S. Methodology of China ecological asset evaluation. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 2001.
- [48] Huang X W, Cheng B M. The theory and application about the regionalization of China ecological asset. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 602 ~ 606.
- [49] 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.
- [50] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. China eco-environmental sensitivity and its spatial heterogeneity. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(1): 9 ~ 12.
- [51] Wang X K, Ouyang Z Y, Xiao H, *et al.* Distribution law and regionalization of China water-soil Erosion sensitivity. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(1): 14 ~ 19.

- [52] Yang Z F, Xu Q, He M C, *et al.* Analysis of city ecosensitivity. *China Environmental Science*, 2002, 22 (4) : 360 ~ 364.
- [53] Liu K, Ouyan Z Y, Wang X K, *et al.* Eco-environmental sensitivity and its spatial distribution in Gansu Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23 (12) : 2711 ~ 2718.
- [54] Yao W H. Evaluation and analysis of eco-environmental sensitivity in Chifeng City. *Agro-Environment and Development*, 2003, 20 (6) : 29 ~ 30.
- [55] Yang Q Y, Li S C. Some themes on eco-regionalization of China. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19 (5) : 596 ~ 601.
- [56] Xu J L, Cheng B M, Zhang X Q. Ecosystem productivity regionalization in China. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56 (4) : 401 ~ 408.
- [57] Wang S P, Cheng S T, Tan B, *et al.* Research on ecological regionalization of Ganjiang Valley. *Acta Geoscientia Sinica*, 2003, 24 (Sup.) : 174 ~ 178.
- [58] Yang Y G. On the conception, hierarchical unit and foundation for ecological division: a case in Yunnan Province. *Journal of Yunnan University*, 1994, 16 (3) : 189 ~ 194.
- [59] Yan N L, Yu X G. Goals, principles and systems of eco-functional regionalization in China. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2003, 12 (6) : 580 ~ 582.
- [60] Li Y J. Correlative thought of making urban ecological functional district planning. *Human Geography*, 2003, 18 (4) : 84 ~ 88.
- [61] Jia L Q, Ouyang Z Y, Zhao T Q, *et al.* The ecological function regionalization in Anhui Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25 (2) : 254 ~ 260.
- [62] Huang G Y, Chen Y, Tian L, *et al.* Application of ecological planning methodology in urban planning: a case study of Guangzhou City. *City Planning Review*, 1999, 23 (6) : 48 ~ 51.
- [63] Hu M C, Jiang J G, Zhang G S, *et al.* Eco-functional regionalization and protection of eco-function in Heihe River basin. *Rural Eco-Environment*, 2002, 18 (1) : 1 ~ 5.
- [64] Li Y, Cheng G W. Constructive objection of ecological function area of three rivers regions bordered on the Sichuan, Yunnan and Tibet and prediction about its influence. *Journal of Maintain Science*, 2003, 21 (4) : 456 ~ 460.
- [65] Yan N L, Yu X G, Cao J X. Main points on planning of the two considerable eco-functional protection areas located in western China. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, 23 (1) : 147 ~ 152.
- [66] Cao J X, Zhang L B, Pan Y Z, *et al.* China ecological strategy in 21 century. Guiyang: Guizhou People Press, 1998.
- [67] Zhao S Q. A new scheme of China's comprehensive natural regionalization. *Acta Geographica Sinica*, 1983, 38 (1) : 1 ~ 10.
- [68] Ma S J, Wang R S. Society-Economy-Natural complex ecosystem. *Acta Ecologica Sinica*, 1984, 4 (1) : 1 ~ 9.
- [69] Zheng D, Fu X F. A preliminary study on issues of integrated geographical regionalization. *Scientia Geographica Sinica*, 1999, 19 (3) : 193 ~ 197.

#### 参考文献:

- [1] 赫特纳 A. 地理学——它的历史、性质和方法. 北京:商务印书馆,1983.
- [2] 杨勤业,吴绍洪,郑度. 自然地域系统研究的回顾与展望. *地理研究*,2002, 21 (4) :407 ~ 416.
- [4] 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.
- [6] 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.
- [7] 邬建国. 生态学范式综论. *生态学报*,1996, 16 (5) :449 ~ 460.
- [8] 郑度,杨勤业,赵名茶,等. 自然地域系统研究. 北京:中国环境科学出版社,1997.
- [36] 竺可桢. 中国气候区域论. *气象研究所集刊*,1931,第1号.
- [37] 黄秉维. 中国综合自然区划草案. *科学通报*,1959,(18) :594 ~ 602.
- [38] 任美镔,包浩生. 中国自然区域及开发整治. 北京:科学出版社,1992.
- [39] 候学煜. 中国自然生态区划与大农业发展战略. 北京:科学出版社,1988.
- [40] 李博,雍世鹏,曾涵弟,等. 生态分区的原则、方法与应用——内蒙古自治区生态分区图说明. *植物生态学与地植物学学报*,1990, 14 (1) : 55 ~ 62.
- [41] 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.
- [42] 倪健,陈仲新,董鸣,等. 中国生物多样性的生态地理区划. *植物学报*,1998, 40 (4) :370 ~ 382.
- [43] “河北省生态与灾害研究”课题组. 河北省生态区划研究. *地理与地理信息科学*,2003, 19 (5) :82 ~ 85.
- [44] 张光灿,刘霞,郭春利,等. 生态环境建设区划研究现状与展望. *水土保持学报*,2003, 17 (5) :7 ~ 10.
- [45] 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.
- [46] 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.
- [47] 王健明,王如松. 中国生态资产的评估方法. 南京:江苏科学技术出版社,2001.
- [48] 黄文兴,陈百明. 中国生态资产区划的理论与应用. *生态学报*,1999, 19 (5) :602 ~ 606.
- [49] 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.

- [50] 欧阳志云,王效科,苗鸿. 中国生态环境敏感性及其区域差异规律研究. 生态学报,2000,20(1):9~12.
- [51] 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.
- [52] 杨志峰,徐俏,何孟常,等. 城市生态敏感性分析. 中国环境科学,2002,22(4):360~364.
- [53] 刘康,欧阳志云,王效科,等. 甘肃省生态环境敏感性评价及其空间分布. 生态学报,2003,23(12):2711~2718.
- [54] 姚卫红. 赤峰市生态环境敏感性评价与分析. 农业环境与发展,2003,20(6):29~30.
- [55] 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):586~601.
- [56] 徐继填,陈百明,张雪芹. 中国生态系统生产力区划. 地理学报,2001,56(4):401~408.
- [57] 王少平,程声通,谭斌,等. 赣江流域生态区划研究. 地球学报,2003,24(增刊):174~178.
- [58] 杨一光. 试论生态分区的概念、等级单位和划分依据——以云南省为例. 云南大学学报,1994,16(3):189~194.
- [59] 燕乃玲,虞孝感. 我国生态功能区划的目标、原则与体系. 长江流域资源与环境,2003,12(6):580~582.
- [60] 李永洁. 编制城市生态功能区划的相关思考. 人文地理,2003,18(4):84~88.
- [61] 贾良清,欧阳志云,赵同谦,等. 安徽省生态功能区划研究. 生态学报,2005,25(2):254~260.
- [62] 黄光宇,陈勇,田玲,等. 生态规划方法在城市规划中的应用——以广州城为例. 城市规划,1999,23(6):48~51.
- [63] 胡孟春,蒋建国,张更生,等. 黑河流域生态功能区划及其保护. 农村生态环境,2002,18(1):1~5.
- [64] 李勇,程根伟. 川滇藏三江流域生态环境功能区建设目标及影响预测. 山地学报,2003,21(4):456~460.
- [65] 燕乃玲,虞孝感,高吉喜. 我国西部地区两个重要生态功能保护区建设的要点分析. 生态学杂志,2004,23(1):147~152.
- [66] 高吉喜,张林波,潘英姿,等. 21世纪中国生态战略研究. 贵阳:贵州人民出版社,1998.
- [67] 赵松桥. 中国综合自然区划的一个新方案. 地理学报,1983,38(1):1~10.
- [68] 马世骏,王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. 生态学报,1984,4(1):1~9.
- [69] 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.