

Theory and Techniques
of Eco-function Region Construction
in Sanjiang Valley

三江流域生态功能区 建设的理论与模式

程根伟 王金锡 等著



四川出版集团

四川科学技术出版社

国家“十·五”科技攻关项目

三江流域生态功能区建设的 理论与模式

程根伟 王金锡 等著

四川出版集团
四川科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

三江流域生态功能区建设的理论与模式/程根伟,王金锡等著.
- 成都:四川科学技术出版社,2006.8
ISBN 7-5364-6054-6

I. 三... II. ①程... ②王... III. 生态环境-环境保护-研究-西南地区 IV. X321.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 098041 号

国家“十·五”科技攻关项目

三江流域生态功能区建设的理论与模式

著 者 程根伟 王金锡 等
责任编辑 杨晓黎
封面设计 霍运熙
版面设计 康永光
责任出版 周红君
出版发行 四川出版集团·四川科学技术出版社
成都市三洞桥路 12 号 邮政编码 610031
成品尺寸 260mm × 185mm
印张 16.75 字数 400 千 插页 8
印 刷 成都蜀通印务有限责任公司
版 次 2006 年 8 月成都第一版
印 次 2006 年 8 月成都第一次印刷
印 数 1-1 000 册
定 价 75.00 元
ISBN 7-5364-6054-6

■ 版权所有·翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

■ 如需购本书,请与本社邮购组联系。

地址/成都市三洞桥路 12 号 电话/(028)87734081

邮政编码/610031

内容提要

三江流域位于川西、滇西北和藏东南,区内金沙江、澜沧江和怒江并流,高山峡谷景观独特,生态与环境复杂多样。本书针对三江并流区的生态保护与区域可持续发展目标,对该区域的自然环境及人类活动影响进行了系统的调查,分析了影响流域生态环境稳定性的主要因素,并建立了生态环境敏感性指标体系,提出了生态功能综合区划图。在此基础上,讨论了改善流域生态功能的植被恢复技术,研究了人工林与天然林的生态效益,特别是对高寒干旱陡坡地区的植被快速恢复技术进行了试验示范,所提出的关键技术和配置模式对该地区生态建设具有重要的参考价值。本书还系统地归纳了该地区特色生物资源调查的成果,提出了一批具有良好生态效益和经济价值的资源植物。根据资源调查的成果,对一些具有藏区特色的独特物种的产业开发前景进行了详细介绍,这些成果对三江流域科学保护与合理开发具有重要的指导作用,其生态功能预警方法也可能对其他地区的生态动态监测具有参考价值。

本书可以作为流域生态学、国土规划与资源管理方面的教材。

《三江流域生态功能区建设的理论与模式》

撰写人员

第一章	生态功能区划研究综述	程根伟	
第二章	流域生态功能区划的理论基础	程根伟	江晓波
第三章	生态恢复技术的动态与进展	朱万泽	江晓波
第四章	流域自然环境与社会经济概况	江晓波	朱万泽
第五章	流域生态环境基础数据库	江晓波	
第六章	三江并流区域生态功能区划	程根伟	李 勇
第七章	三江核心区生态功能监测与预警	江晓波	
第八章	流域生态系统快速恢复技术体系	王金锡	张劲峰
第九章	植被恢复模式的生态效益评价	张劲峰	胡振宇
第十章	三江流域特色生物资源调查与利用	胡振宇	方江平
第十一章	藏区特色植物资源产业开发技术	方江平	

审稿： 程根伟 王金锡

前 言

“三江流域”指我国川西、滇西北和藏东南的金沙江、澜沧江和怒江并流区,属于横断山脉主体,地处南亚大陆与欧亚大陆镶嵌带的东翼和我国第一、第二级地势阶梯的转折部位,区内地质构造复杂,新构造运动活跃。三江并流区山脉河流南北走向、东西相间排列,岭谷高差巨大,气候类型变化多样,生物区系组成复杂,且富含古老和孑遗型,该区素有“生态阀”、“江河源”之称,是生物学和地学中许多重大理论问题研究的关键地区。

“三江流域”是亚洲主要河流的发源地,这里的冰川、湖泊、溪流,汇成了亚洲大陆主要河流的蓄水池。金沙江、怒江、澜沧江、帕隆藏布江都是亚洲大陆主要河流最重要的支流。其中,金沙江是长江的主要支流之一,千百年来,川流不息的金沙江水汇入长江,养育着两岸的各族儿女,使她成为中华民族母亲河的主要水源之一;而怒江、澜沧江、帕隆藏布江分别是湄公河、萨尔温江、雅鲁藏布江的主要源头,成为连接东南亚各国人民的纽带。近年来,全球气候在温室效应的作用下,气温不断攀升,造成全球性冰川消融,雪线上升,湖泊水位下降,草场退化,土地荒漠,沙尘、洪水、泥石流、山体滑坡等自然灾害给沿江、沿河两岸人民生命和财产带来了巨大的威胁。对“三江流域”进行大规模的生态恢复与保护,是历史赋予我们这代人的重要使命。

四川、云南、西藏三省区政府 2005 年 5 月提出,联合进行川西、滇西北、藏东南的金沙江、澜沧江、怒江生态建设与旅游资源综合开发,在国家实施西部大开发战略和全球经济一体化的时代背景下,加强区域经济合作,实现川、滇、藏三省区生态建设与旅游资源优势的强强联合,该规划涵盖四川省甘孜州和凉山州、云南省迪庆州、西藏自治区昌都、林芝两个地区的生态建设、旅游资源综合开发以及配套的基础设施建设。在大香格里拉生态旅游战略的实施过程中,通过各方努力,逐步将“三江流域”建设成山川秀美、人民富裕的香格里拉国家生态旅游公园,对该区域经济可持续发展和社会长治久安发挥积极的推动作用。

但是一个自然环境恶劣、生态极度脆弱、经济相对落后的地区,要实现生态良性循环、经济可持续发展、人民安居乐业,对于各级政府和从事这方面工作的科学工作者都是一个巨大的挑战,开发与保护的关系十分敏感,处理不当将可能导致难以预料的后果,特别是在地方政府和群众强烈的发展意愿下,生态与环境保护可能被弱化和淡化,当前的开发能否带来长期的发展,是一个需要非常谨慎处理的问题,其中涉及重要的自然规律和科学理论,还有大量的技术问题需要进行试验来解决。

针对这一重要的问题,科技部在“十五”期间设立了国家科技攻关项目:“三江流域生态功能区建设的关键技术与示范”,其目标是通过三江流域的生态环境功能区的界定和划分,

建立生态环境功能特征的快建标识系统,科学地制定研究区的生态环境建设目标,并进行生态环境质量的动态监测和退化过程的预警报,从而在宏观上实现生态环境质量的动态管理;通过退化生态系统的恢复重建模式的研究,特别是核心功能区的建设示范,把目前的退耕还林工作提高到一个新的水平;通过藏区特色药用植物的开发示范,奠定以生态为基础的新型产业结构基础。以上系统配套的研究和示范,为保护该地区的生物多样性资源,实现区域生态、经济、社会可持续发展提供技术支撑。

为了顺利完成攻关任务,在川滇藏三省区科技厅的协调下,组成了包括中国科学院成都山地灾害与环境研究所、四川省林科院、云南省林科院和西藏自治区农牧学院在内的项目攻关组,对三江流域进行了系统的调查研究,对生态环境的组成要素进行了调查分析,探索了生态演变的驱动力和标识系统,完成了三江流域的生态功能区划。项目还在三江流域不同类型区建立了生态恢复的示范基地,在当地林业局的支持下,对困难地区的植被快建恢复技术进行了树种筛选和模式示范,特别是结合生物资源调查,对当地的特色资源的生物适应性和开发潜力进行了专门的研究,为当地生态产业发展提出了可能的开发途径。

本书是三江流域科技攻关项目的部分成果总结,其中第一章至第七章主要由程根伟、江晓波、朱万泽、李勇编写,第八章、第十章由王金锡、张劲峰、胡振宇完成,第九章、第十一章由张劲峰、方江平、胡振宇完成,程根伟、王金锡对全书进行了统稿和校订。由于流域生态功能调控涉及许多理论与实践问题,我们的研究才刚刚开始,所进行的工作还非常不全而,特别是对生态建设方面的理论探索还需要实践的检验,书中的一些观点也可能存在错误之处,希望得到读者的指正和帮助,并能够就这些问题与读者共同探讨。

作 者

2006 年 5 月于成都

目 录

第一章 生态功能区划研究综述.....	1
1.1 生态区划研究历史	1
1.2 流域生态区划研究概述	3
第二章 流域生态功能区划的理论基础.....	5
2.1 流域生态系统的特点	5
2.2 流域生态功能区划的原则和依据	7
2.3 流域生态功能区划的方法	9
2.4 流域生态功能区划要点.....	15
第三章 生态恢复技术的动态与进展	17
3.1 国内外生态恢复技术动态.....	17
3.2 生态恢复技术进展.....	20
第四章 三江流域自然环境与社会经济概况	23
4.1 地理位置.....	23
4.2 自然地理概况.....	23
4.3 社会经济概况.....	29
4.4 土地利用状况.....	30
4.5 人类活动及其影响.....	31
第五章 流域生态环境基础数据库	35
5.1 资料收集与分类.....	35
5.2 遥感影像的处理及判读标志.....	36
5.3 生态环境背景数据库.....	39
第六章 三江并流区域生态功能区划	42
6.1 目标和原则.....	42

6.2	生态服务功能现状评价	44
6.3	生态环境敏感性评价	50
6.4	生态功能区划方案	52
第七章	三江核心区生态功能监测与预警	56
7.1	核心区位置	56
7.2	设计概要	56
7.3	监测原则	59
7.4	监测与预警指标体系	61
7.5	生态服务功能评价-预警模型	65
7.6	监测与预警系统设计	66
7.7	监测与预警结果分析	68
第八章	流域生态系统快速恢复技术体系	73
8.1	植被恢复技术模式	73
8.2	室内分析及数据处理	74
8.3	采伐迹地生态环境调查	75
8.4	植被恢复材料选择及快繁技术	79
8.5	雅砻江区植被快速恢复技术	96
8.6	金沙江区植被快速恢复模式	114
第九章	植被恢复模式的生态数益评价	138
9.1	云杉人工林生态功能与效益的研究	138
9.2	火烧迹地植被恢复的生态效应	143
9.3	已恢复云杉样地的水文效益	146
9.4	造林成本及效益分析	149
第十章	流域特色生物资源调查与利用	150
10.1	发展趋势与研究动态	150
10.2	研究区域概况	152
10.3	技术路线与研究方法	154
10.4	特色植物资源开发的关键技术	155
10.5	特色资源植物的分布与特性	156
10.6	产业开发潜力	163
10.7	资源产业化培植关键技术	172
第十一章	藏区特色植物资源产业开发技术	214
11.1	“西藏虫草”饮料	214

11.2 “雪域红花”饮料	219
11.3 “圣地红景天”饮料	223
11.4 “青稞乳汁”饮料	228
11.5 “维王”饮料	231
11.6 其他特色生物资源利用	236
参考文献	240
附录 1: 甘孜州雅砻江流域多用途木本植物资源表	243
附录 2: 三江流域生态环境敏感性及生态功能分区图	258
彩插	260

第一章 生态功能区划研究综述

流域是陆地上地面集水区和地下集水区的总称,是由多种地貌单元和资源组成的综合体。流域生态系统是流域内的生物及其生存环境构成的总和,它是既具有自然属性,又具有社会功能的复合型生态系统。如何协调流域范围内自然、社会和经济活动之间的关系,使自然环境和社会环境实现可持续发展,已成为当今国际上开展流域开发战略研究的中心课题,也是进行本项研究的主要技术核心目标。

生态环境是人类生存和发展的基本条件,也是经济、社会发展的基础。过去各地在大力发展经济的同时,存在各种不合理的经济活动和对资源的掠夺式开发,已经导致各种类型的生态系统严重退化,生态环境急剧恶化,生态资产流失严重,区域性的生态环境问题不断加剧,生态问题已成为我国社会经济可持续发展所面临的主要障碍。由于缺乏对区域生态环境特征与生态过程的了解,目前一些整治措施没有根据区域的自然环境特点和经济特征进行科学规划,已经给我们带来严重的后果。因此便提出了全国生态区划的设想,并制定了全国生态功能区划方案。近几年,全国各个省、自治区、直辖市都在开展生态功能区划。

然而我国幅员辽阔,自然条件各异,生态类型复杂,社会经济发展很不平衡,区划规程实施中存在诸多问题,特别是在复杂区域环境下的区划存在若干理论和技术困难。为此本文提出以流域为单元,建立各种指标体系,进行生态功能区划,为山区生态环境综合整治提供依据,从而达到社会效益、经济效益和生态效益协调发展。

三江流域为横断山脉主体,地处南亚大陆与欧亚大陆镶嵌带的东翼和我国第一、第二级地势阶梯的转折部位,地质构造复杂,新构造运动活跃。流域内山脉河流南北走向、东西相间排列,岭谷高差巨大。气候类型变化多样,生物区系组成复杂,且富含古老和孑遗型,该区素有“生态阀”、“江河源”之称,是生物和地学中许多重大理论问题研究的关键地区。选择三江流域为研究区,在 GIS 技术和遥感数据的支持下,开展生态功能区划研究。不仅可以为三江流域生态环境的综合治理与工农业发展提供科学依据,而且还可以为全国生态功能区划提供一些新观点与新方法。

1.1 生态区划研究历史

1898 年, G. P. Merriam 对美国的生命带和农作物带进行了详细的划分,这是人们首次以生物作为自然分区的依据,可以说是生态区划的雏形。1899 年,俄国地理学家道库恰也夫(Dokuchayev)由自然地带(或称景观地带)的概念发展了生态区(ecoregion)的概念,指出“气候、植物和动物在地球表面上的分布,皆按一定的顺序,由北向南有规律地排列着,因而可将地球表层分成若干个带”。1935 年,英国生态学家坦斯勒(Tansley)提出了生态系统(ecosys-

tem)的概念,并指出生态系统是各个环境因子综合作用的表现。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,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。然而真正意义上的生态区划方案直到1976年才由美国生态学家贝勒(Bailey)首次提出。他为了在不同尺度上管理森林、牧场和有关土地,从生态系统的观点提出了美国生态区域的等级系统,认为区划是按照其空间关系来组合自然单元的过程,并编制了美国生态区域图,按地域(domain)、区(division)、省(province)和地段(section)4个等级进行划分。从而引起各国生态学家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。但是,这些区划工作都主要是从自然生态因素出发,几乎没有考虑到人类在生态系统中起的作用。

在我国,虽然现代自然区划工作起步较晚,但也在自然区划研究方面进行了大量的工作,并取得了丰硕的成果。竺可桢于1931年发表的“中国气候区域论”标志着我国现代自然区划的开始,随后黄秉维于20世纪40年代初首次对我国的植被进行了区划。在20世纪50~60年代,为了摸清我国自然资源的家底,我国自然科学工作者在全国范围内对自然资源进行了全面的普查,在调查分析的基础上对我国各自然要素和综合自然地理进行了大量的区划工作,并提出了一系列符合中国自然地域特点的区划原则和指标体系。其中最具影响和最为完整的是中国科学院自然区划工作委员会于1959年编写出版的《中国综合自然区划[初稿]》,它涵盖了地貌、气候、水文、土壤和植被等八个方面的因素,并明确了区划的目的是为农、林、牧、水等事业服务,拟订了适合中国实际又便于国际比较的区划原则和方法。与此同时,许多省区也分别完成了各自的自然区划。随后,针对我国经济特点,区划的目的也越来越趋于实用,主要针对农、林、牧、副、渔业的发展,并根据我国农业发展的需要,提出了一系列全国农业区划方案。进入20世纪80年代,各单项区划和综合自然区划方案更加趋于完善。特别是《中国植被》、《中国土壤》和《中国自然地理》丛书等论著的出版,凝聚了我国自然区划科学工作者几十年的心血。然而这些区划主要是依据客观自然地理的分异规律,按区内结构的相似性和区际的差异性进行的。与此同时,人们也逐渐认识到单纯以自然特征为主的自然区划已经不能满足社会经济发展的需求。因此20世纪80年代初,我国自然科学工作者开始在区划中引进生态系统的观点,应用生态学的原理和方法,对生态区划进行一般性的讨论,并把它们应用到区域农业的经营管理中,进行区域性的农业生态区划工作。而作为这一阶段生态区划最主要的成果是侯学煜先生1988年出版的《中国自然生态区划与大农业发展战略》一书。该书对自然生态区划的原则和依据进行了详细的讨论,并依据温度的差异将我国划分为6个温度带,根据生态系统的差异将我国划分为22个生态区,并依据各生态区自然资源的特点,提出了各个区域内大农业的发展方向。20世纪90年代后期,很多地区由于片面追求经济效益,不顾本地区的实际情况,盲目照搬其它地区的经济模式,这不仅造成本地资源的极大浪费和生态环境的严重破坏,而且严重地阻碍本地经济的持续发展。自然科学工作者在生态区划中,逐渐考虑到人类活动在自然生态环境变化中的作用及其影响。进入21世纪以来,在生态区划中渐渐地考虑到生态系统自身的生态服务功能以及生态环境脆弱性和敏感性,并对一些具体的指标进行研究,尤其是2002年国家环境

保护总局发布了中国科学院编制的生态功能区划暂行规程,提出了生态功能区划的统一的
原则和指标体系,促进了这一工作的开展。

1.2 流域生态区划研究概述

早在 1908 年,美国内陆水流委员会给国会的报告中就提出:每一个河流从源头到入海口是一个整体,在管理上应该统筹考虑,强调流域生态系统的整体性。然而真正意义大规模开发与利用河流是二次世界大战以后。许多国家和地区以流域为单元,建立和恢复森林生态系统或发展混农林业(或称混林农业)作为整治环境和发展经济的一个重要途径。如前苏联伏尔加河、第聂伯河等流域,美国密西西比河、哥伦比亚河等流域,欧洲的莱茵河流域,南亚恒河等大流域的治理和开表明,流域经济开发已成为当代经济发展的一股潮流,并开始了建立流域生态学理论体系的研究。我国在这方面起步较晚,20 世纪 50 年代才提出治理黄河、淮河、长江与海河等流域规划。20 世纪 80 年代早期,中国科学院作为主要力量开展了三峡工程对生态环境影响的讨论,极大地推动了流域生态学的研究。之后,长江上游防护林体系建设研究更加推动了流域生态学的发展。20 世纪 90 年代,长江上游资源开发和生态环境战略,天然林保护工程,退耕还林工程等为流域生态环境保护与区划提供了理论基础和实践经验,同时也推动我国流域生态学的迅速发展。先后有蔡庆华等对流域生态学进行定义:他认为,流域生态学(watershed ecology)以流域为研究单元,应用现代生态学的理论和系统科学的方法,研究流域内高地、沿岸带、水体等各个系统间的物质、能量、信息流动规律,并提出把流域作为复合生态系统进行研究,为流域陆地和水体的合理开发利用决策提供理论依据。邓洪兵等在此基础上提出了流域生态结构、功能以及特征等。他认为,流域复合系统是耗散结构,系统稳定性依赖于与外界的能量、物质和信息(熵)交换;其平衡是在保持自然生态平衡条件下的社会经济平衡;在自然选择和人工选择的过程中,生态、经济和社会目标相统一的平衡是关键,具体表现在结构、机制和功能 3 个方面。同时,这种平衡是相对的、动态的,依赖于与外界的能量、物质和信息交换以及系统的自组织能力。尚宗波、高琼等充实了流域生态学研究的意义和流域生态学的研究内容,并阐述流域生态学同其它生态学科之间的关系,提出了流域生态系统的研究方法。但是,将生态环境功能建设与资源开发利用融入流域生态环境综合保护中,特别是流域生态安全的核心——生态环境建设与资源利用的相互促进关系,在此方面的研究国内外还是比较薄弱。这些都要求首先在流域生态系统的复杂性、多样性、脆弱性以及对人类活动的敏感性研究的基础上,进行生态功能区划研究。

目前我国在流域生态功能区划方面的研究还相当薄弱。20 世纪 90 年代初,饶正富从流域生态系统的整体性出发,分析了流域生态系统的结构与功能,初步探讨了流域生态环境系统规划的泛目标体系及其泛目标生态规划方法,并且将长江流域划分为 7 个生态区。何萍等在分析海河流域生态特征的基础上,选择了主要生态功能分异指标体系,并将海河流域划分为两个一级生态功能大区和 5 个二级生态区,在一级分区中主要考虑气候因子,在二级分区中主要考虑地貌、植被、土壤等因子。胡孟春等主要考虑流域生态环境上、中、下游生态环境特点和主要存在的问题,将黑河流域划分为 3 个生态功能区和 9 个生态亚区。特别是

国家环境保护总局发布的生态功能区划暂行规程的实施,对流域生态系统功能的区划提出了更高的要求,既要遵循国家生态功能区划的标准,又要考虑流域生态系统与普通生态系统的差别,在研究流域生态系统水文特征、生态服务功能、生态资产、生态敏感性和人类活动对生态环境的胁迫等要素的特点和规律的基础上,建立生态功能区划的方法和指标体系,对相关的生态地域进行合并和区分,划分出各个生态功能单元,为流域内自然资源的合理开发和利用以及环境保护提供决策依据,从而最终达到流域区社会-经济-环境的可持续发展。

流域是区域的一种特殊形式,它是由无数相互联系的、相互作用的、相似的地貌单元组成的复合型生态系统。由于流域内部自然要素的分布呈现上、中、下游的规律性分布,具有关联度高、整体性强的特点,同时流域内部自然资源之间、自然资源与自然要素之间有着天然的组合匹配条件,形成独具特色的区域自然属性,因此在这个系统中,各个组成部分之间的相互作用是异常复杂的。

随着全球和区域经济的发展和人类活动的加强,自然生态系统越来越多地受到人类活动的干扰,全球和区域生态环境的日益恶化,已经成为社会经济进一步发展的障碍。流域是一个独特的生态系统,特别是当今人口迅速增长,人们对水资源的需求量也越来越大。因此,如何改善流域生态环境并使之与经济发展相适应,从而达到可持续发展是当前亟待解决的问题。这就要求对流域内各生态因子之间的相互关系,尤其是对人类活动在资源开发利用与保护中的地位和作用以及流域环境问题的形成机制和规律进行充分的分析研究,提出区域生态环境的整治方法和途径。因此在运用现代生态学理论与环境科学原理,充分考虑生态过程、生态系统与景观生态特征以及人类活动强度及其与生态环境之间关系的综合生态环境的区划,显得日益重要和急迫。把流域作为一个生态系统的完整体系,运用系统生态学方法进行流域的区划、运用和管理是生态学理论的最新发展。

过去在生态功能评价中主要采取一些定性的评判方法,分析结果存在较强的主观性和不确定性。现在主要采用定性与定量相结合的分析方法,随着社会的进步,计算机应用技术也将运用到流域生态功能区划中来。因此,遥感数据、地理信息系统技术及空间模拟等先进的方法与技术手段与生态系统功能评价相结合,成为了生态功能区划的发展趋势。

第二章 流域生态功能区划的理论基础

2.1 流域生态系统的特点

流域是一个结构复杂的区域系统,具有比较独特的生态学特征。由于流域内部自然要素的分布呈现上、中、下游的规律性分布,具有关联度高、整体性强的特点,同时流域内部自然资源之间、自然资源与自然要素之间有着天然的组合匹配条件,形成独具特色的区域自然属性。在这个系统中,各个组成部分之间的相互作用是异常复杂的。流域生态系统具有一般生态系统的特征,另外还具有独特的特征。

2.1.1 河流连续统

由源头集水区的第一级河流起,以下流经各级河道,形成连续的、流动的、独特而完整的系统,称为河流连续统。河流连续统概念(River Continuum Concept)是把河流网络看成一个整体系统,强调构成河流的地理地带及其物理化学过程、生物群落功能等在地理空间上关联,动态过程连续。

Vannote 等(1984)应用生态系统的观点和原理,把河道网络看作连续的整体系统,强调生态系统中构成河流群落及其一系列功能与区域的统一性。这种由上游的诸多小溪至下游大河的连续,不仅指地理空间上的连续,更重要的是指出生态系统中生物学过程及其物理环境的连续。按照河流连续统概念(RCC)理论,不规则的线性河流单向连接,下游河道中的生态系统过程同上游河道直接相关。这一观点同一般生态学原理区别在于把河道视作一个不同时间和空间尺度范畴内的连续变化梯度。

河流连续统常常表现为一种树枝状结构,大河道经过一些不同的地理地带,并且接纳大量的支流。流域地球化学特征表现为:不同地段的地球化学特征有很大的差异,大河的河水化学组成打破了一般河水化学组成的分布规律,好像是许多小河流的总和。因此在水环境评价中要针对不同的尺度进行,进行详细的抽样调查,要解决样点或样地的布设如何才是最合理和经济的问题。就可以把河流连续统看成是分形结构,设想干流与支流以及更低一级的支流之间在结构或一些性质上存在着某种自相似性,这样对在不同尺度上的研究或许能起到简化的作用。

2.1.2 复合生态系统

马世骏在1984年提出的社会—经济—自然复合生态系统概念,非常适用于流域生态系统的研究。流域生态系统包括自然、经济和社会三个子系统。它包含着人口、环境、资源、物

资、资金、科技、政策和决策等基本要素。各要素在时间和空间上,以社会需求为动力,以区域可持续发展为目标,通过投入产出链渠道,运用科学技术手段有机组合在一起,构成了一个开放的系统。在这个系统中,自然子系统是基础,经济子系统是命脉,社会子系统是主导,它们通过物质流、能量流、信息流、资金流组成了有序的和复杂的复合体系。因此流域复合系统具有三大功能:一为经济功能,它主要通过生产活动来完成,保证和促进了流域生态系统内物质流、能量流、信息流、人口流、资金流的正常流动,为社会提供大量的物质和信息;二是生态功能,以满足流域内生物的基本需求和人类的发展需要,即维持流域内生命活动所必需的基本生活条件,保证人体新陈代谢的正常进行和人类种群的持续繁衍,并满足人类不断增长的物质和文化活动的需要,为流域内居民创造良好生活环境和稳定的生活条件;三是还原功能,流域生态系统受到人类活动影响时,一方面消除和缓冲自身发展给环境造成不良影响;另一方面尽快地恢复到平衡状态,保证流域内自然资源的永续利用和社会、经济、环境的平衡发展。流域生态系统的经济功能、生态功能既是矛盾的,又是统一的。经济的发展导致流域人口、物质、能量的大量集聚,容易引起各类生态关系的失调,降低流域环境质量;而追求和谐的生态关系及良好的自然环境,往往会给经济的发展施加种种限制,降低本来可以达到的经济效益。但总的说,经济的发展奠定了改善环境的物质基础,有利于生态环境的整治和保护,而生态关系的和谐也为经济的持续发展创造了条件。

2.1.3 陆地—水生生态系统

流域生态系统通常由水域生态系统和陆地生态系统构成,属典型的水陆交错带。它具有由特定的时间、空间尺度以及相邻生态系统相互作用程度所确定的一系列特征。在生态环境改变速率上,在抵抗外界干扰的能力上,在生态系统的稳定性上,在对全球生态变化的敏感性上,在资源竞争和空间竞争的程度,均表现出脆弱性。此外,不同尺度水平上的生态交错带的特征和功能作用也不相同。按景观作用可分为4种:湖周(或水库、沼泽周边)交错带、河岸边交错带、源头交错带以及地表水—地下水交错带。水陆交错带的特点是:水生生态系统与陆地生态系统之间的作用比较强烈,产生了景观异质性;是生物分布和活动频繁的地区,生物多样性比相邻地带要高得多,具有边缘效应性;对生态系统间的物质流、能量流、信息流和物种流起到廊道(Corridor)、过滤器(Filter)和屏障(Basrier)的作用;水陆交错带是全球气候变化反应较敏感的地区,也是生物多样性容易丧失的地区。

流域生态系统有两个明显的交错带,一是河岸带,分于河溪和高地植被之间典型的生态过渡带。河岸带在功能上将上游和下游连为一体,在结构上是高地植被和河溪之间的桥梁。尽管河岸植被复杂多变,但常呈斑块状分布,其组成和结构在整个河流连续统中的状况有一定的规律。二是流域之间交错带,这种交错带一般由山脊和高的丘陵构成。对于小流域或集水区而言,其脆弱性是十分明显的,其类型多为裸露荒地或灌、草丛;而对于大的流域,这种交错带还往往构成不同地带性植被的分水岭。

流域生态系统与陆地生态系统和水域生态系统相比,其生物多样性、初级生产力、次级生产力、土壤中腐殖质含量、对有机物质的降解率都比较高。其植被因当地气候、土壤、地形、水体营养状况各异。水—陆地交错带的生态功能有保持物种多样性、拦截和过滤物质流、利于鱼类的发育、稳定毗邻生态系统、净化水体等作用。

总之,流域是一个完整的生态系统,流域内各要素间相互影响、相互联系,构成了一个有机的整体。同时流域又是一个独特的系统,上、下游的影响具有不对称性。一般地,上游对下游的影响较大,而下游对上游的影响则较小。上游生态系统的保护,有利于维持下游生态系统的平衡;反之,如果上游生态系统遭受破坏,必然影响到下游生态系统的平衡和稳定。同一流域内上下游之间在地形、气候、土壤、植被、地理位置等方面都存在着较大的差异,一般下游地区地理条件较好、经济水平较高,上游地区地理条件较差、经济水平较低。因此,流域的生态功能区划中一定要尊重流域系统自身的规律,特别是上游地区生态功能的定位直接影响到下游地区的生态安全 and 经济发展。如果只顾局部利益,不顾整体利益,或只顾单一效益,不顾社会经济生态综合效益,对流域的可持续发展都是不利的,甚至是致命的。在流域功能区划中既要考虑流域内生态矛盾的冲突,又要考虑经济发展水平差异的冲突,同时还要注意产业结构的调整,从而有利于今后流域内整体经济的发展。

2.2 流域生态功能区划的原则和依据

流域生态功能区划是在全面掌握流域自然、经济和社会基本情况及其主要特征基础上,分析区域发展中存在的主要问题,着眼于整个区域生态平衡,兼顾区域社会经济发展需求,重点保护水源地、生物多样性和特殊生态系统,维持流域生态系统结构和功能基本稳定,为制定区域生态环境保护与建设规划、维护区域生态安全、资源合理利用与工农业生产布局以及保育区域生态环境提供科学依据,并为环境管理部门和决策部门提供管理信息与管理手段。

2.2.1 分区原则

根据流域生态环境的敏感性、脆弱性和人类活动对环境的胁迫性等特点,流域生态功能区划应该遵循以下的原则:

1. 可持续发展原则:在流域生态功能区划中突出“既要满足当代人的需要,又不危及后代满足其需要的发展能力”的思想,强调在发展过程中合理利用自然资源,避免盲目的资源开发和生态环境破坏,增强区域社会经济可持续发展的生态环境支撑能力,促进区域的可持续发展,并为后代维护、保留较好的资源条件,使人类社会得到公平的发展。也就是既能充分发挥流域生态系统的重要功能来促进社会和经济的发展,又能保护好环境,合理有效地利用流域自然资源,同时将流域发生的自然灾害(如洪涝灾害和旱灾)减到最低,并尽量杜绝人为引起的自然灾害发生。

2. 发生学原则:根据区域内生态环境问题、生态环境敏感性、生态服务功能与生态系统结构、过程、格局的关系分析,确定区划中的主导因子,作为区划依据。如水土流失的形成与降水特征、土壤结构、地形与地貌特征、植被覆盖以及土地利用等许多因素都有直接的关系,通过这些关联性的分析,确定影响水土流失的主导因子,在土壤侵蚀敏感性评价中重点考虑。

3. 生态区域的分异原则:流域生态系统是一个由一系列次级生态系统组合的、在空间上连续分布的整体,各级子流域存在自相似性,其生态功能具有相似性。在不同的区域范围内,由于气候、地貌、地形、土壤等条件的不同,因而表现出不同区域生态系统的分异。根据