

专论与综述

长江上游生态环境和社会经济条件研究与评价*

钟祥浩 王毓云** 何毓成 刘淑珍

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041)

摘要 以乌江和川江流域为研究范围, 以系统理论为指导, 从综合观点出发, 对自然和社会经济环境特征及其对森林影响的评价、生态经济分区与生态经济防护林体系宏观布局, 以及不同生态经济区防护林体系建设前景的定量预测这三个层次开展了研究工作。利用现代化技术, 获取了大量技术资料 and 建立定量定性评价模型, 为长江上游防护林体系建设工程的可行性和宏观调控技术方案的制定提供了重要的科学依据并对工程的实施具有指导作用。

关键词 长江上游, 生态环境, 社会经济环境, 生态经济防护林体系。

长江上游防护林体系建设工程是我国重大林业生态工程之一。“七五”国家科技攻关课题“长江上游水源涵养林和水土保持林营造技术研究”中, 安排了“长江上游生态环境和社会经济条件研究与评价”的专题研究, 要求该专题从流域生态环境和社会经济条件两大方面对防护林体系建设工程的影响关系进行系统研究, 对其发展前景作出预测, 为长防工程建设的可行性和宏观调控技术方案的制定提供科学依据。

专题研究范围为防护林体系重点建设区的乌江流域和四川省境内的岷江上游、渠江、嘉陵江、涪江、沱江和长江干流流域(以下简称川江流域), 总面积 25 万 km²。本地区为人多、地少和农村经济比较落后的丘陵山地区。人口压力和经济上的落后带来的森林植被覆盖面积小、水土流失严重, 进而引发多种自然灾害频繁发生等生态环境问题。在这种情况下, 需要全面考虑除水源涵养林和水土保持林以外的其他直接经济效益显著林种的建设。把具有生态效益的林种寓于经济效益之中, 使这些林种在空间的布局上形成生态与经济互为补充和密切结合的有机群体。逐步形成集多种功能和多种效益为一体的生态经济防护林体系(以下简称防护林体系)。从而真正调动农民群众植树造林和护林的

积极性, 从根本上改变本地区的生态环境面貌。为此, 需要以系统理论为指导, 把防护林体系建设纳入自然生态环境系统和社会经济环境系统所组成的大系统中进行考察分析, 从有利于促进区域人-地关系协调发展的高度上作出可行性论证。

防护林体系是自然-社会-经济大系统中的一个子系统, 该子系统的动态变化受自然生态环境系统和社会经济环境系统所组成的大系统的制约。组成自然生态环境系统的各子系统(如地质环境系统、地貌环境系统、气候环境系统等)是防护林体系建设的宏观基础, 它们的物理、化学和生物学过程决定着防护林体系的性质和发展潜力; 组成社会经济环境系统的各子系统(如人口系统、土地资源系统、经济结构系统等)是防护林体系建设的制约因素, 同时也是促进因素(通过政策的调控)。因此, 本课题立足于区域生态经济系统的整体性、综合性、系统性和协调性的基础上, 从以下三个不同层次进行了研究与评价。第一, 对组成自然生态环境

* 国家“七五”科技攻关项目, 并获 1995 年国家科技进步奖三等奖

** 现在中科院系统科学研究所工作

收稿日期: 1994-03-23

系统和社会经济环境系统各子系统的基本特征(如类型、分布、数量、质量、结构、功能等)分别进行研究,并对这些特征与森林生长关系进行评价;第二,以生态经济学理论为指导,对自然生态环境系统和社会经济环境系统各子系统进行综合和分析,找出生态经济系统的地域差异性规律及其特征,作出生态经济分区,为防护林体系的宏观布局提供依据;第三,以数理经济理论和系统论方法,对前面的工作进行更高层次的综合和分析,开展区域农业生态经济系统的综合分析,为不同生态经济区生态经济防护林体系建设的前景作出定量的预测。这三个层次工作的研究方法 with 结果分述如下。

1 自然、社会经济环境特征及其对森林影响评价

首先需要对防护林体系建设有直接和重要影响的自然生态环境各要素和社会经济环境各要素开展调查与研究。这方面工作的难点在于大量科学可靠资料的获取及各要素对森林发展影响的评价方法。前人对本地区自然生态环境和社会经济环境虽然做过许多的工作,但是可供本研究利用的科学可靠资料有限,如不同小地貌类型和不同坡度等级的分布面积资料几乎没有,甚至大面积 1:50 万土壤图、植被图、岩性图等前人也没有做过;水土流失的现状特征不清;已公布的有关社会经济统计资料与实际情况出入较大。为此,本研究采用了传统技术与现代先进技术相结合,卫星、航空遥感信息与地面调查资料相结合,宏观调查与典型地段深入解剖相结合,统计资料与实地调查补充修正相结合,一般地理制图与计算机机助制图相结合等方法,新编 1:20 万土地利用现状图 66 幅;1:20 万地貌类型图和坡度等级分布图 66 幅;1:50 万土壤图、植被图、岩性图、水土流失分布图、植被覆盖度图、生态环境卫星影像图计 11 幅;有关社会经济方面的图件 200 余幅。由此获取各种数据 30 余万个,其中许多资料的科学性比历史资料大为提高,如在 1:50000 底图上使用光电扫描技术获取的不同地貌类型和不同坡度等级分布面积资料。

在上述工作的基础上,开展了生态环境单要素对森林影响关系的研究与评价。在评价中,改变过去传统的描述性方法,提出了一些新的观点和评价方法。如在地质岩性研究中,运用生态地质观点,对研究区岩性进行了生态类型的划分,开展了不同岩性生态类型造林适宜性评价;在地貌研究中,运用生态地貌的思想,通过定量化的研究,作出生态地貌分区,在此基础上对不同生态地貌区造林适宜性进行了评价;在气候研究中,提出生物生产力和水保系数参数作为林业气候分区的定量指标,首次作出川江流域的林业气候分区。在水土流失影响因素评价中,首次作出川江流域土壤侵蚀潜在危险性分区,同时提出水土保持效益指数及其计算公式,为林业用地水土保持林的营造提供定量依据。在森林水文效益现状评价中,把目前国际上先进的概念性确定性模型创造性地运用于大流域森林水文效应分析。在对岷江上游森林水文效应现状分析中,从系统分析入手,以确定性一般性流域水文模型为主,辅以数理统计模型,设计了该流域紫坪铺至镇江关区间的森林水文效应研究系统,系统中还嵌入了新设计的适合于高山深谷区的融雪模型。

通过模型的分析评价得出,该区间森林覆盖率由 1968 年的 22% 下降到 1986 年的 16% 后,年径流量减少 7.3%, 枯季径流量减少 11.3%, 年最大洪峰流量平均增大 14.8%;通过防护林体系建设,森林覆盖率恢复到 45% 时,预计年径流增加 17.9%, 年最大洪峰流量平均削减 22.6%。在对四川盆地区森林水文现状评价中,对其境内的渠江、嘉陵江、涪江和沱江分成十个江区,分年代建立了每个江区 α - P (α 为年径流系数, P 为年降雨量) 关系图,较好地揭示了从 50 年代到 80 年代期间,各江区平均径流系数和有关径流量特征随森林覆盖率的增减而变化的规律。通过 α - P 关系线沿 α 轴位置高低的比较,对十个江区在不同年代森林径流效应变化趋势进行了分类。

研究中发现,最枯月平均径流量与年平均径流量之比是衡量森林水源涵养效应的重要

标志,本研究把这个比值称之为森林水源涵养指数(β)。通过 β 值的计算和比较,作出川江流域森林水源涵养现状分区图,为防护林体系的宏观布局和林种结构性调整方案的制定提供了依据。

2 生态经济分区与防护林体系的布局

运用生态经济学的原理与方法,对第一层次的研究成果和资料进行综合评价,从生态经济系统的整体性、综合性和系统性的高度上研究区域生态环境和社会经济条件的区域分异规律,进而作出区域生态经济分区。其目的在于找出研究区域内部生态经济系统功能的差异性以及不同地区间在功能上的关联性。显然这种分区有别于国土规划、综合农业区划和其他行业区划。生态经济分区强调其系统的功能分区,既要考虑区域内部发展功能强度,也要考虑区域之间互为关联的功能联系强度。不同地区生态经济系统功能的强弱,集中体现于物质的能量的转换上。一定区域条件下的生态系统,物质与能量转换的自然力是相对稳定的,这种自然力与不同的劳动力(社会经济与技术)的结合,则表现出不同的生态经济系统功能。显然,区域生态经济系统功能强弱的关键是自然力与劳动力的结合。因此,在生态环境受到严重破坏的地区,其生态平衡的重建和生态经济系统功能提高的关键在于经济上的活力。以寻求生态经济问题解决为目的生态经济分区,实质上是寻求以生态和经济协调发展为核心的生态经济系统功能分区。只有在科学地解决生态经济分区的基础上,才能提出生态经济防护林体系的科学布局的方案。

生态经济分区采用了定性和定量相结合的方法。生态经济分区的对象是生态经济系统,该系统存在着复杂的物质与能量的交换关系。这种交换包括物质和能量的流动、信息的传递等复杂过程。为寻求这些过程区域间的差异特征,需要对自然的、生态的、经济的、社会的和技术的各个方面的进行分析,需要提取能反映这些方面特征和它们之间联系的指标与参数。

这些指标和参数的量很大,需要采用数学方法和计算机技术进行定量研究。同时,借助定性方法的分析,达到分区结果更加符合实际。

在定量法研究中,以县(市)为样本单元采集生态经济分区变量指标(川江流域 78 个样本单元,每个单元采集 64 个变量指标;乌江流域 38 个样本单元,每个单元采集 63 个变量指标),采用 $R-Q$ 型因子载荷分析法确定生态经济类型;同时对自然与社会经济各要素分析编制的有关图件进行叠加与综合分析,作出生态经济定性分区图。在对定性分区图与定量类型图综合分析基础上,采用多组判别分析方法,最后确定出研究区内的三级生态经济分区结果,即大区、区和小区。在分区的基础上,对各级分区生态经济系统特征与生态经济防护林体系建设方向、途径和对策进行了综合评价。

通过区域生态经济特征与生态经济防护林体系建设关系的分析,提出森林发展潜力度概念及其计算方法。用一定地域条件下的森林覆盖率与垦殖率之比来表征人-地关系的协调性程度,称之为农林协调度,它实质上反映了一定农耕地面积的区域内有林地面积的多少。在垦殖率高的区域,森林覆盖率能够发展到较高水平,表明这个地区农林关系处于相对和谐协调之中。用林业用地面积与农耕地面积之比来表征一定区域内的森林发展潜力,称之为农林复合度指标。它表征了林农之间的比例关系。若该指标大于 1,表明林业用地面积大于耕地面积;小于 1 时,耕地面积大于林业用地面积。通过这一指标并结合实际情况,可以确定出某一地区是属于农地林业类型的农林复合生态系统建设方向,还是属于林地农业类型的林农复合生态系统建设方向。将反映森林发展过程中的现实基础的农林协调度指标和反映森林发展潜在前景的农林复合度指标进行叠加,二者的综合值名为森林发展潜力度指标。川江流域防护林体系建设区森林发展潜力度值介于 1.0—264.8 之间。其值大于 10 的地区,可划为林地农业区,其土地利用方向应突出以林业为重心,合理发展农业;其值小于 10 的地区,应强调以

农业为重心,最大限度地发展林业。此外,区域生态经济特征分析表明,人均耕地为 $0.17-0.2 \text{ hm}^2$,人均林业用地和有林地面积分别达到 1.33 hm^2 和 0.67 hm^2 ,具有建设高功能防护林体系的基础条件,人们所需粮食可以做到自给,生活所需燃料及经济收入可望得到较好的解决。

由于研究区生态经济区域差异明显,不同生态经济区对防护林体系生态与经济功能的要求不同,需要对防护林体系作出分类。根据组成防护林体系各林种功能作用的差别和不同生态经济区生态问题的不同,提出防护林体系的分类系统。把生态型防护林(突出生态功能)、生态经济型防护林(生态与经济功能并重)和经济生态型防护林(突出经济功能)作为研究区防护林体系的二级分类。组成每一个二级分类的林种作为第三级分类。

3 区域农业生态经济系统综合分析 with 防护林体系建设前景预测

在完成上述二个层次研究的基础上,运用数理经济理论和系统工程理论与方法进行更高层次的综合,即把防护林体系建设可行性置于自然生态环境系统和社会经济环境系统所组成的大系统中进行综合分析,目的是要解决在这种人多、地少、资源相对贫乏、经济比较落后和生态环境问题比较严重的地区到底能建设多大规模的防护林体系,亦即提出防护林体系建设的战略目标以及不同生态经济区在不同社会发展阶段下的适宜森林面积规模,为防护林体系建设总体规划的制定提供依据。防护林体系建设规模的确定不仅牵涉到人口和土地,而且牵涉到自然、资源、社会和经济各个方面,为此需要立足于人口-资源-环境-经济协调发展这一高度上,对防护林体系建设的前景及可行性进行系统的和动态的分析。本研究以数理经济理论为指导,运用系统工程理论和方法把防护林体系建设的可行性嵌入这一复杂的农业生态经济系统中,对防护林体系建设区进行农业生态经

济系统的综合分析,从有利于农业生产效率的提高和水土流失的减轻这一目的出发,确定为提高农业资源综合生产效率和调节资源开发与配置的平衡关系。从数理经济理论考虑,实现最佳资源配置的重要条件是建立系统内部的经济平衡和生态平衡。为此需要进行资源时空配置模型的设计,该模型必须从理论和实践两方面同时保证经济平衡和生态平衡的建立。生态平衡要求生态经济系统内部的物流、能流和信息流处于相对稳定状态;经济平衡要求生态经济系统中的农业生产结构与消费结构相适合。这些平衡的实现,归结为资源开发与生产配置的平衡。在研究方法上,将区域农业生态经济系统中各种错综复杂的相互关系和相互制约因素有机地逻辑地联系起来,把防护林体系的建设对减轻水土流失和对区域社会经济发展的影响关系嵌入大系统中,按照形成问题、明确目标、系统辨识、选择最优系统以及系统开发实施等步骤进行防护林体系建设可行性及其发展前景的综合分析。通过这种复杂系统的分析,构造出非确定性的梯级资源时空开发配置数学模型体系,该模型体系由资源时空开发模型、资源时空配置模型和资源时空开发配置平衡模型三大部分组成。根据资源时空开发配置数学模型体系,运用计算机技术,对研究区以县(市)为单元的生态经济区进行了农业资源时空开发配置的运算。模型的设计中,充分地注意了对农业生态经济系统有重要影响的科学技术、市场、能源以及支持系统在促进生态经济系统实现经济平衡和生态平衡中的作用。通过模型的运算,得出研究区各县(市)和各生态经济区在不同社会发展阶段(1995年、2000年、2005年、2010年)耕地面积的控制数、陡坡耕地退耕数、适宜的林业用地数以及适宜的森林覆盖率指标。

本研究不仅可为长江上游长防工程总体规划和宏观调控技术方案的制定提供依据,而且可为长防工程的实施提供大量技术资料 and 图件,具有较广阔的应用前景。此外,对长江上游区水土流失治理(长治工程)亦有重要的指导作用。

Longsheng et al. (Institute of Marine Environmental Protection, SOA, Dalian 116023); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(5), 1996, pp. 56—58

In this paper, the residue of pollutants in economical shellfish along the coast of Huanghai and Bohai Seas during July 1990 and December 1991 was investigated. The background value of concentration of the petroleum hydrocarbons in mollusc along the coast has been calculated. Its overall range is 3.47—19.7 mg/kg (wet), and upper limit of the background value was utilized as assessment standard for the pollution level of oil in shellfish along the coast, the sea area division on pollution degrees of oil in mollusc was done. The results showed that content of oil in shellfish of Dalian bay and Changjiang River estuary and west Jinzhou bay is higher, and the coast of north Huanghai Sea from Yalujiang River mouth to Dayao bay is lower.

Key words: economical shellfish, petroleum hydrocarbons, background value, the coast of Huanghai and Bohai Seas.

Study on the Spectrophotometric Determination of Lead with DBS-Chlorophosphonazo. Zhao Shulin et al. (Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang, 110021); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(5), 1996, pp. 59—61

In acidic solution, lead forms a blue colour complex with DBS-chlorophosphonazo. This complex exhibits absorption maximum at 635 nm with apparent molar absorptivity of $4.7 \times 10^4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. The molar ratio of lead to DBS-Chlorophosphonazo has been found to be 1 : 2. Beer's law is obeyed in the concentration range of 0—20 μg per 25 ml. This colour reaction has been used directly for the spectrophotometric determination of lead in cosmetics and dust of smelting copper with satisfactory results.

Key words: DBS-chlorophosphonazo, lead, spectrophotometry.

Determination of RH-5992 in Aquatic Environment by Liquid Chromatography. Zhu Jiusheng. (Institute of Plant protection, Shanxi Academy. of Agri. Sci., Taiyuan 030031), K. M. S. Sundaram and R. Nott (Forestry Canada, Forest Pest Management Institute Ste., Marie P6A 5M7); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(5), 1996, pp. 62—64

A method was developed to determine RH-5992 in some aquatic environment matrixes. The procedure included solvent extration, liquid-liquid partition, column cleanup and liquid chromatographic determination. RH-5992 was analyzed on a liquid chromatograph equipped with a diode-array UV detector set at 236 nm, using a RP-8, 10 μm column with a mobile phase of acetonitrile-dioxane-water. Mean recoveries for analyte ranged from 85% to 98%, with coefficient of variation from 6% to 9%. Limits of detection were 0.050 mg/kg for natural waters and from 0.009 to 0.028 mg/kg for other matrixes.

Key words: RH-5992, aquatic environment, residual analysis, high performance liquid chromatography.

A Comparative Analysis for the Pollutants Derived from H Acid in Underground Water. Liu Meijun et al. (Dept. of Chem. Zhengzhou University, Zhengzhou 450052); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(5), 1996, pp. 65—67

The brown red pollutants in underground water derived from a dyestuff intermediate-H acid (4-amino-5-hydroxy-2,7-naphthalene disulfonic acid) were extracted by means of reduced pressure concentration, column chromatographic separation. The extracted pollutants were primarily tested by alkali fussion, and then undertaken the comparative analysis between the pollutants and some standard samples which were selected as possible pollutants in the light of the actual conditions. According to the thin layer chromatography and IR spectrometry of them. It can be established that the brown red pollutants were the derivatives of H acid oxidized by air for a period of time in underground water.

Key words: pollution in underground water, H acid, thin layer chromatography.

Fast Determination of Carbon Disulfide in Wastewater.

Fang Haijun et al. (Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(5), 1996, pp. 68—71

This paper studied an improving method using spectrophotometry to determine CS_2 in wastewater. By using tube-strip system instead of washing gas bottle, the stripping efficiency was raised, and the stripping time was reduced greatly. Nearly no declining sensibility and accuracy of analysis, the time of analysis was shortened from 1—2 hours to several minutes. The carbon disulfide in wastewater can be determined quickly. Analytical precision is <3% of RSD, mass of detection limit <5 μg , recovery >90%. If the wastewater sample is 10 ml, the lowest detection consistence is <0.5 mg/L.

Key words: wastewater, fast determination, spectrophotometry, CS_2 .

The Studies and Assessment for Ecological Environment and Social Economic Conditions in the Upper Reaches of the Changjiang River. Zhong Xianghao et al. (Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Conservance, Chengdu 610041); *Chin. J. Environ. Sci.*, **17**(5), 1996, pp. 72—75

The area is distributed in the watersheds of the Wujiang River and the Changjiang River which includes the Jialingjiang River, the Qujiang River, the Fujiang River, the Tuojiang River and the upper reaches of Minjiang River in the upper reaches of the Changjiang River. Applied the integrated standpoint under guidance of the theory of systems science, the characteristics of natural and social economic environment and the assessment for their effects on the forests, ecological economic divisions and macroscopic overall arrangement of the ecology-economic protection forest system, and quantitative forecast for development prospects of the protection forests in each of the ecological economic divisions have been studied. A great quantity of technological data, and quantitative and qualitative assess-

ment models have been gained, which have provided important scientific basis with guidance significance for construction project of the protection forest system in the upper reaches of the Changjiang River.

Key words: construction project of the protection forest system in the Changjiang River, ecological environment, social economic environment, ecologic-economy protection forest system.

Tentative Approach to the Principles and Features of Environmental Disasters. Cheng Shengtong and Zeng Weihua (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(5), 1996, pp. 76—78

The Environmental Disasters caused by the natural and artificial factors are more and more noticeable. The important research contents consist of the occurring and expanding mechanisms of environmental disasters, the ordinary principles and features of environmental disasters, and the principles and methods which environmental disasters are controlled and avoided by. It is all the objects of studying environmental catastrophology that how to deal with the relation between economic development and environmental protection, how to remove the hidden dangers of environmental disasters, and how to reduce the influence of the disasters after disasters occur. The basic concepts, features and principles of environmental disaster will be approached tentatively in this paper.

Key words: environmental disaster, environmental disaster system, environmental catastrophology.

Study Quantitatively on Industry-Environment System Sustainable Development. Feng Yuguang (Dept. of Physics, Shanxi Normal University, Linfen 041004), Wang Huadong (Institute of Environ. Sciences, Beijing

Normal University, Beijing 100875); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(5), 1996, pp. 79—81

The characteristics of interaction in industry-environment system was analyzed using system theory, a quantitative criterion was set up, and the sustainable development problem of regional industry-environment system was studied quantitatively using the criterion.

key words: industry-environment system, sustainable development, sustainable development criterion.

A Review on the Technology of Oil from Sludge by Low Temperature Thermo-Chemical Conversion. He Pinjing et al. (School of Environ. Eng., Tongji Univ., Shanghai 200092); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(5), 1996, pp. 82—86

The paper gives a review on the research and developing situation about the process of oil from sludge by a low-temperature thermo-chemical conversion. It is involved in the mechanism, kinetics, technological factors, flowage, equipments, environmental and economic features and so on. The technical characteristics of the process is a distillation process of the organics. The conclusion is that the maximum oil yield can be achieved under the temperature 450°C and retention time 0.5 hour, the process is a net energy exporter, the final effluences of the process meet the current environmental standards, the treatment cost of the process is lower than the incineration process and the thermo-chemical technology used for the sludge treatment can be commercialized applied. Finally, the main equipments of the process have been appraised in a pilot scale test.

Key words: oil from sludge, sludge conversion by a low-temperature thermo-chemical process, sludge treatment.