

# 长江上游防护林体系建设要点\*

钟祥浩 程根伟 杨定国 陶和平

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所)

**提 要** 本区防护林体系的建设目标是:改善生态环境,发展山区经济。人口稠密区防护林体系建设成败的关键在于:能否掌握生态生产双重功能,是否具有生态社会经济三大效益。为此进行了防护林体系分类,提出了林种的生态功能指标和生产功能指标。防护林体系的生态经济分区要研究生态经济系统的地域差异,有助于发挥各个林种的生态生产双重功能,是建设防护林体系的重要途径,为合理布局提供科学依据。

**关键词** 长江上游 防护林体系 生态功能 生产功能

这里所说的长江上游指乌江流域和川江流域(含四川境内嘉陵江流域、沱江流域和岷江上游地区)两大片,面积约24万余平方公里,1986年人口7676万。在整个长江上游地区,本区既是人口密度最大和工农业最发达的区域,又是生态环境破坏最严重的区域,早已引起社会各界的关注,并得到党和政府的重视。“七五”计划期间,国家把本区《水源涵养林和水土保持林营造技术的研究》列为重点科技攻关项目。1987—1990年在完成该项目过程中,对本区水源涵养林和水土保持林的生态与经济背景条件进行了深入的分析。现从生态经济角度对本区防护林体系建设的一些要点加以讨论。

## 一、生态经济问题与防护林体系建设

本区气候除岷江上游部分地区属温带外,其余属亚热带,年降水量900—1200毫米, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温4000—6000 $^{\circ}\text{C}$ ,水热条件优越,有利于各种林木的生长。区内大多宜于农林牧多种经营的综合发展。优越的生物气候条件,为本区的经济发展奠定了良好的基础。

但长期以来,人类对资源的不合理开发利用,使本区生态环境恶化,生态系统的结构与功能严重失调,即以人口为核心的农村经济系统的需求超出生态系统的承受能力,这导致了一系列的生态经济问题,集中表现为人口多、耕地少、农村经济落后、森林面积减少和水土流失加重等。

据1990年第四次人口普查资料,四川盆地内29个县(市、区)统计,人口密度达600人/平方公里。本区垦殖指数55%,有的达65%以上,人地矛盾非常突出,人平耕地不足一亩,人平林地只几分,多数县份的水土流失面积达40—50%。

生态经济资料分析结果表明,本区森林面积减少、水土流失加重与以人口为核心的农村经济系统关系密切:人多、地少和农村经济水平低下,是森林面积减少、水土流失严重的

\* 国家重点科技攻关项目之一。

本文收稿日期:1991-02-15。

直接原因。

在此种情况下,试图单纯以水源涵养林和水土保持林的营建,达到增加森林面积和减轻水土流失的目的,只是一种治标的办法,不能根本改善生态环境。

防护林包括水源涵养林、水土保持林、农田防护林、护岸林和护路林等。从本区生态经济问题出发,除要营建多效益的防护林外,还需发挥用材林、薪炭林、经济林和特用林等的多种效益。从森林防护功能角度来考虑,把上述各林种的组合称为防护林体系。因而防护林和防护林体系是两个不同的概念。在人多、地少和农村经济落后的地区,只有强调建设多效益的防护林体系,才能从根本上减轻水土流失和提高环境质量;过分强调生态林种的布设,难于改善生态环境。

防护林体系建设是一项复杂的系统工程。它不仅牵涉到林业内部各组成间的协调,而且还牵连到林与农、林与牧、林与社会经济等一系列问题,实际上是农林复合生态系统建设的一项重要内容。

长江上游防护林体系建设的目标是:既要改善生态环境,又要促进山区经济的发展。这就是说,防护林体系一要涵养水源,保土拦沙,改善局地气候,提高环境质量,具有生态功能,产生生态效益;二要生产木料、燃料、肥料及饲料等林副产品,具有生产功能,为人们提供物质产品,产生经济效益。防护林体系由多林种组成。各林种的具体状态有异,功能也不一,要求的效益亦有所不同。

## 二、防护林体系的分类

欲使长江上游防护林体系有计划地组成多林种体系,获取生态经济效益最佳组合、总体效益最优,需对防护林体系加以分类,对各林种的功能作出客观的划分,以便合理布局。

### (一) 分类依据

长江上游生态经济条件和问题的地域差异明显,不同区域防护林体系的功能也有所不同,有的是突出生态功能而兼顾生产功能,有的则突出生产功能而兼有生态功能。因而在划分防护林体系时,首先要考虑其功能差异,其次还要考虑其生态经济效益的差异,作为进一步划分的依据。

对组成防护林体系的各林种的划分也要考虑到林种的功能差异。如水土保持林首要功能是保土拦沙,削减洪峰流量,并提供物质产品;水源涵养林主要功能是拦蓄雨水、补给江河水源,同时也能生产林副产品。

即使是同一林种,其功能亦有差异。如水土保持林的保土拦沙功能较佳,调节径流功能较差;薪炭林可生产薪材,但木材产量较低。

由上可见,防护林体系、各林种、同林种内都有功能差异,这就是它们的分类依据。

### (二) 分类系统(表 1)

#### 1. 亚系

据防护林体系的功能差异,将其划分为两个亚体系(表 1 中未列出)。

1) 生态性防护林亚体系。据亚体系的生态经济效益差异分为:(1)生态型防护林亚

系, 它是以生态效益为主的防护林; (2) 生态经济型防护林亚系, 它是以生态效益为主兼顾经济效益的防护林。

表1 防护林体系的分类、生态功能与生产功能

Table 1 Classification, ecologic function and productive function of protective forest system

分	体系	防护林															
	亚系	生态型防护林					生态经济型防护林					经济生态型防护林					
	类型 (林种)	禁伐性水源涵养林	禁伐性水土保持林	护路林	护岸林	自然保护区林	环保绿化林	风景名胜文物林	经营型水源涵养林	经营型水土保持林	坡地农田防护林	平原农田防护林	木材用材林	竹材用材林	薪炭林	果树林	特用经济林
生态功能	$\beta$	最优	良	差	差	最优	差	差	优	一般	差	差	中	中	差	差	差
	$\delta$	最优	良	差	差	最优	差	差	优	一般	差	差	中	中	差	差	差
	$s$	最优	良	差	差	最优	差	差	优	一般	差	差	中	中	差	差	差
	$a$	最优	优	中	中	最优	中	中	优	中	中	中	优	优	中	中	中
	$C$	最优	最优	良	良	最优	中	中	最优	优	良	中	优	优	中	中	中
生产功能	木材经营	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	中	中	弱	弱	最强	强	弱	弱	弱
	经济产品	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	一般	中	中	一般	弱	一般	弱	最强	最强
	薪材经营	弱	一般	弱	弱	弱	弱	弱	一般	强	中	弱	中	一般	最强	弱	弱

2) 生产性防护林亚体系。从生态经济效益角度来看, 它属于(3)经济生态型防护林亚系, 是以经济效益为主兼顾生态效益的防护林。

因而长江上游防护林体系分为三个亚系。

2. 类型(或叫林种, 其不同于“五大”林种的含义)

又据各林种的功能差异, 对三个亚系分别划分为若干类型(林种)。

### 三、林种功能体系

#### (一) 林种生态功能的指标和等级要求

当前根据本区主要生态问题, 将防护林体系的林种生态功能突出为: 调节径流, 保土拦沙, 改善局地气候, 控制水分蒸散发, 抗旱涝。

对此提出如下五个生态功能指标(均为无量纲参数)。

1. 枯期径流指标  $\beta$  (即涵养指数)

最枯月径流  $\bar{Q}_m$  与年平均径流  $\bar{Q}_n$  的比值  $\beta = \bar{Q}_m / \bar{Q}_n$ 。它既代表了水文过程的平稳

程度,又反映了流域内水源的保证率。其与森林生长状态成正比。 $\beta$ 一般为 $-0.10-0.35$ , $<0.05$ 者涵养水源作用极差。

## 2. 拦蓄暴雨径流指标 $\delta$ (简称拦蓄指标)

林区洪水径流系数  $\gamma$  与裸地洪水径流系数  $\gamma'$  的相对变化率  $\delta = (\gamma' - \gamma) / \gamma$ 。其反映了在同样暴雨条件下森林拦蓄暴雨径流、削减洪峰流量的作用。它由森林土壤厚度所决定。 $\delta$  一般  $<1.00$ , 实际上多  $<0.80$ ,  $<0.10$  者拦蓄暴雨径流作用极差。

## 3. 滞留洪水指标 $S$

林区洪峰流量  $Q_0$  与裸地洪峰流量  $Q_0'$  的比值  $S = Q_0 / Q_0'$ 。它为森林土壤对洪峰径流的阻滞作用(即削洪效果)。其与森林面积、坡面长度和流域面积有关。 $S$  一般  $<1.00$ , 实际多  $>0.30$ ,  $>0.95$  者滞留洪水作用极差。

## 4. 气候评价指标 $\alpha$ (即年径流系数)

$\alpha = R/P = 1 - (E/P)$ 。它是年径流深  $R$  与年降水量  $P$  的比值,实际上反映了年降水量  $P$  和年蒸发量  $E$  的差额,为某个区域湿润程度指标。森林面积的变化会引起  $\alpha$  的一些变动,因此可作气候指标。 $\alpha$  一般为  $0.30-0.90$ ,  $<0.45$  者其产流条件极差。

## 5. 水土保持效益指标 $C$ 。

林区土壤管理因子  $C$  与裸地土壤管理因子  $C_0$  之比值  $C = C/C_0 = T/T_0$ 。即在同样土壤、地形、降水条件下林区土壤侵蚀量  $T$  与裸地土壤侵蚀量  $T_0$  之比值。它反映了森林保土拦沙的作用。 $C$  一般为  $0.10-1.00$ ,  $>0.80$  者水土保持作用极差。

据本区实际情况,将每个生态功能指标分为五个等级:最优、优、良、中、差(表2)。由此对各林种的生态功能可作出定量评估。

表2 森林生态功能指标等级

Table 2 Grades of function indexes for forest ecology

等级	最优	优	良	中	差
$\beta$	0.35—0.30	0.30—0.25	0.25—0.20	0.20—0.10	0.10—0.05
$\delta$	0.80—0.70	0.70—0.60	0.60—0.45	0.45—0.35	0.35—0.10
$S$	0.30—0.50	0.50—0.70	0.70—0.80	0.80—0.90	0.90—0.95
$\alpha$	0.90—0.80	0.80—0.75	0.75—0.70	0.70—0.60	0.60—0.45
$C$	0.05—0.20	0.20—0.35	0.35—0.50	0.50—0.70	0.70—0.80

从本区实际情况出发,并据不同类型(林种)的生态经济效益差异,对每个类型(林种)的五个功能指标都提出了等级要求(见表1)。

## (二)林种生产功能的等级要求

对不同的区域各个类型(林种)的生产功能要求应有所区别,不必要也不可能要求所有林种的生产功能达到同样水平。生产功能指标有三个,每个也分为五个等级:最强、强、中、一般和弱。参照有关资料和研究成果,规定每个类型(林种)的三个生产功能指标的等级要求,从而确定出各个类型(林种)的综合生态生产功能关系(见表1)。

上述林种功能体系显示了长江上游防护林体系生态功能与生产功能间的定量定性关系,有利于对不同类型(林种)进行分区和综合,是确定某一林地类型应达目标的定量定性

尺度。再则,根据某个区域各个类型(林种)的分布面积、生长状态与分区,可计算出每个林地的功能指标值,从而能求得全区总体生态经济效益指数。反之,也能用当地各个类型(林种)的实际指标值,判定当地林区是否达到预期目标。因此这是森林生态系统分类和计量的主要指标体系。

#### 四、面向防护林体系建设的生态经济分区

防护林体系作为一种森林生态系统,其产生、存在和发展不仅受自然因素的影响,而且与人类经济活动密切相关。森林生态系统已成为人类生态经济系统中的重要组成部分。它不但影响着人类的生存环境,而且影响着人类社会的经济发展。

不同地区的人口、资源、环境 and 经济间组合特征有异,森林的现状 & 开发利用方向也不同。一定地区的人口、资源、环境 and 经济间组合,有其相应的森林生态经济现状,而各个地区的人口、资源、环境 and 经济发展水平不同,对应的森林规模和质量就不一样,森林开发利用、保护及管理措施也不同。

从人口、资源、环境 and 经济间的组合特征观点出发,研究生态经济系统的地域差异,无疑是因地制宜地进行防护林体系建设的重要途径。

面向防护林体系建设的生态经济分区,实质上就是把防护林体系建设置于生态系统 and 经济系统所组成的大系统中,进行综合全面的分析,从生态生产功能差异上来确定生态经济的地域差异,为防护林体系建设提供科学依据。

##### (一) 分区原则

生态经济分区是防护林建设的决策依据。它在面向林业建设的前提下,对国土资源的综合开发和生态环境管理也有参考价值。这将作为分区原则之一。

通过对区域生态经济条件的比较研究,制定的生态经济分区原则是:科学性与实用性相统一,自然环境本底指标相似性与差异性,人口、资源、环境 and 经济间组合特征相对一致性,保持县界的完整性,照顾流域整体性和综合农业区划界线连续性,以及分层次性。采用这个原则要达到的目标是:使区域布局合理,单元内部组成一致,单元联系协调,系统结构清晰,便于分析和成果应用。

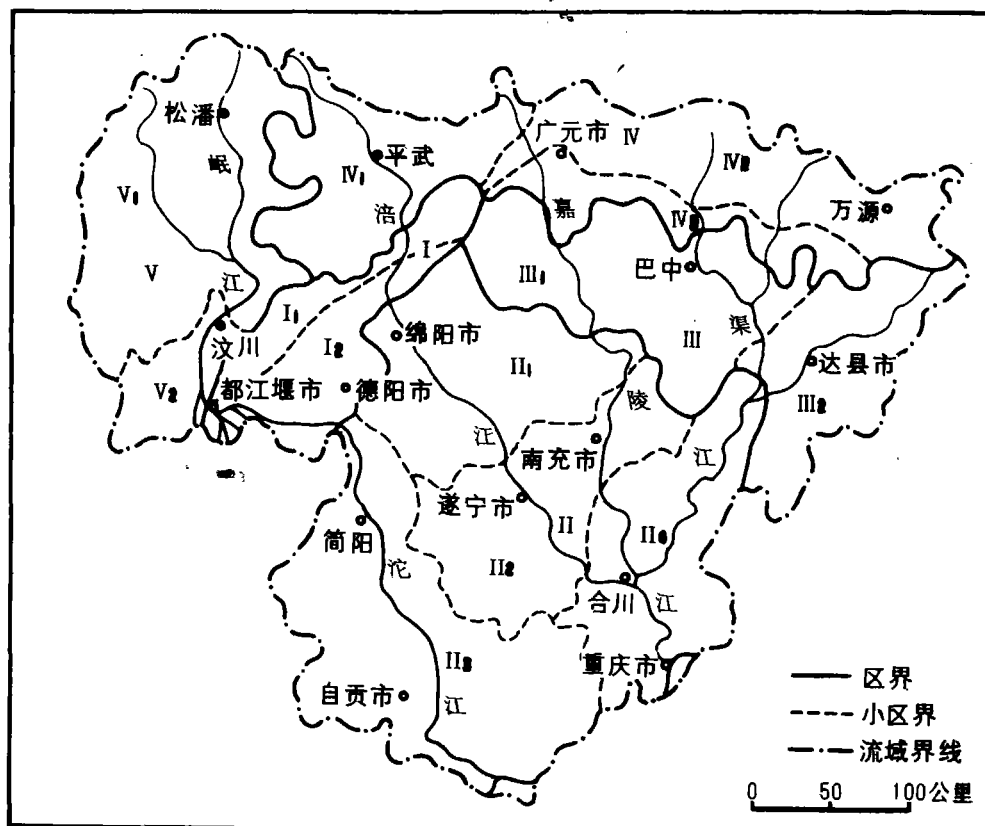
##### (二) 分区方法

分区采用的是定性 & 定量相结合的方法。定量以  $R-Q$  型载荷因子法和星座图法所得的分析结果为基础,参照其他非定量要素分布特点,综合确定最佳区划。

定量分析中采用的指标集为:1. 自然环境本底指标,包含地貌形态,地面坡度,光热水区域分布特征;2. 生态环境现状特征指标,含水土流失和森林覆盖现状;3. 土地(含耕地、林地、草坡等)利用强度指标,突出反映人地矛盾,揭示造林的土地潜力;4. 农业经济发展指标,含农林牧副渔各业产值结构与变化趋势,农业人口和经济发展水平;5. 工业化水平指标;6. 社会经济综合指标;7. 社会环境指标;8. 技术文化指标。

考虑到川江流域和乌江流域的生态经济基础差异较大,因此对两个流域(两片)分别进行生态经济分区。两片均以县(市、区)为样本单元。川江流域有 78 个县(市、区),每个

样本采集 64 个变量参数,乌江流域有 51 个县(市、区),每个样本采集 63 个变量参数。首先采用定量分析方法,加以计算和分类,再采用定量与定性综合分析方法,分别作出两个流域防护林体系建设的生态经济分区(附图,仅是其中之一)。



附图 川江流域防护林体系建设的生态经济分区

Figure Ecologic-economic division for protective forest system construction of Chuan Jiang basin, Sichuan Province

I. 盆西平原山地复合生态经济区, I<sub>1</sub>. 成都江油平原生态经济亚区, I<sub>2</sub>. 盆西平原西缘山地生态经济亚区, II. 盆中丘陵生态经济区, II<sub>1</sub>. 盆中西北部深丘浅丘生态经济亚区, II<sub>2</sub>. 盆中心丘陵平坝生态经济亚区, II<sub>3</sub>. 盆中西南部平坝浅丘生态经济亚区, III. 盆中东部丘陵平坝山地生态经济亚区, III<sub>1</sub>. 剑阁巴中台状低山生态经济亚区, III<sub>2</sub>. 达县大竹平行岭谷低山丘陵生态经济亚区, IV. 盆地北缘山地生态经济区, IV<sub>1</sub>. 盆地西北缘低中山生态经济亚区, IV<sub>2</sub>. 盆地北缘北部低中山生态经济亚区, IV<sub>3</sub>. 盆地北缘南部低山生态经济亚区, V. 岷江上游中山高山深谷生态经济区, V<sub>1</sub>. 汶川低中山生态经济亚区, V<sub>2</sub>. 茂县松潘中山高山生态经济亚区

## ESSENTIALS OF THE PROTECTIVE FOREST SYSTEM CONSTRUCTION IN THE UPPER REACHES OF THE CHANGJIANG RIVER

Zhong Xianghao Cheng Genwei Yang Dingguo Tao Heping  
(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*  
& *Ministry of Water Conservancy*)

### Abstract

The upper reaches of the Changjiang River consists of the basins of the Wujiang, Jialing and Tuojiang Rivers within the boundary of Sichuan Province, and the upper reaches of the Minjiang River. The region with high density of population, lack of cultivated land, heavy water and soil loss and backward rural economy, faced serious ecologic-economic problems. Therefore it is necessary to construct widely and multitype artificial forest system to solve such problems.

The research shows that it needs to put in same positions to both ecologic and economic effects of forest system, especially in the populational region. According to the effect and purpose of forestation, the whole system can be divided into three subsystems, i. e. ecologic, ecologic-economic and economic-ecologic patterns, and a lot of relative patterns. Some ecologic and productive indexes have been proposed which can be used for the quantitative classification of protective forest system. According to the regional differentiation in ecology and economy, the principles of ecologic-economic regionalization in forest system planning at the upper reaches of the Changjiang River are discussed.

**Key words** upper reaches of the Changjiang River, protective forest system, ecologic function, productive function, ecologic-economic regionalization