

## 鄂西三峡库区小流域综合治理与复合经营技术

黎曙光, 周伟国, 曾祥福

(湖北省林业科技推广中心, 武汉 430079)

**摘要:**以鄂西三峡库区小流域为单元, 按因地制宜、因害设防的原则, 在山顶、丘顶营造各种水土保持兼用材林带, 地埂营造固土保埂经济林带, 沟谷、“四旁”营造护宅、护岸、护田林网, 形成点、片、带、网相互协调综合治理的防护林体系。经过综合治理复合经营之后, 小流域土壤侵蚀总量为 0.475 95 万 t, 平均土壤侵蚀模数为 1 408.97 t/(km<sup>2</sup>·a), 土壤侵蚀量和土壤侵蚀模数均下降了 41.98%, 复合经营模式的地表径流平均减少 40.8%~67.2%, 主要经济林产量提高 16.10%~24.04%。

**关键词:**小流域; 综合治理; 复合经营; 技术示范

**中图分类号:** S157; X171.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2008)02-0195-05

## Comprehensive Management and Ecosystem Management Techniques in the Three Gorges Reservoir Area

LI Shu-guang, ZHOU Wei-guo, ZENG Xiang-fu

(The Center of Forestry Science and Technology Promotion in Hubei, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** Elegy to the Three Gorges reservoir area as a unit, in accordance with the principles of local conditions and harm security, creating various soil and water conservation and forest belt in the Peak the top, creating a solid economical forest zone and Soil Conservation, creating protecting homes. Revetment, area forest protection coordinated and integrated network management in the Gully, “all around”. That forms dot, face, belt, as the shelter system. After the comprehensive management of composite business, the total of soil erosion is 0.475 95 million tons. The average number of soil erosion is 1 408.97 t/km<sup>2</sup>. The soil erosion and soil erosion modulus is decreased by 41.98%, the average runoff of the composite business model is reduced to 40.8%~67.2%. The output of economic forest is promoted to 16.10%~24.04%.

**Key words:** small watershed; comprehensive control; ecosystem management; technology demonstration

大力增加和恢复林草植被, 对严重水土流失地区采取营建生态经济型防护林技术措施, 在三峡库区的秭归县周坪乡蛇山溪小流域采取以下措施: ①从山脊、分水岭和水土流失发生严重地段, 设置各种防护林, 构成骨干防护林带, 面积 50 hm<sup>2</sup>; ②坡度在 25~35°及以下的林地, 设置与其它措施及地类相配套的林业措施, 形成二级骨干防护林带, 面积 20 hm<sup>2</sup>; ③在造林困难的地段, 采取封山育林及其它工程相互配套的措施, 实现因地制宜, 因害设防, 综合治理, 面积 80 hm<sup>2</sup>; ④结合地边发展和保留原有的板栗、杜仲、茶、橘等经济林木, 构成点、片、带、网相结合的林(树)、田(土)相间的农林复合生态经济型防护林体系, 面积 50 hm<sup>2</sup>。经过综合治理和农林复合经营 5 a 后, 流域内防护区水土流失基本得到控制, 削减径流 40% 和减少土壤侵蚀量 30% 以上。采取按立地类型分区, 按照适地适树的原则, 生态经济型防护林体系林种结构模式, 复合经营模式及配置技术, 工程措施与生物措施相结合技术; 封山育林技术等, 大面积营造生态经济型防护林, 对秭归县蛇山溪小流域进行综合治理, 提高防护

林的综合效益。根据蛇山溪小流域的自然地貌和林木立地条件, 确定推广应用: 板栗+茶、板栗+紫穗槐、柑橘+茶、杨梅+紫穗槐、石榴+白三叶等多种复合经营模式。

设置 9 个 5 m×20 m (水平距离, 下同) 坡面径流场, 9 个 2 m×5 m 临时径流场, 1 个雨量点, 开展水土保持效益监测, 同时开展主要经济林树种和紫穗槐生物篱根系生长及其保土效应等调查研究。

### 1 实施区的基本情况

蛇山溪村位于三峡坝上第一乡——秭归县周坪乡腹部, 省道香堡公路擦村而过, 村中心位置与长江干流相距 16 km。该村总面积 344.3 hm<sup>2</sup>, 其中农业用地 129.1 hm<sup>2</sup> (旱涝保收用地仅 8.0 hm<sup>2</sup>), 林业用地 184.9 hm<sup>2</sup>, 其它用地 (含裸岩、道路河滩、房屋等) 30.3 hm<sup>2</sup>。平均海拔高 650 m, 全村沟壑纵横, 最低海拔 550 m, 最高海拔 1 050 m, 形成了以挂坡地为主的农用地类型, 主要成土母质为页岩、砾岩等, 土壤 pH 值在 6.0~7.5 之间, 适应于多种森林植物和多种农作物生长, 以周坪河、蛇山溪、龙潭河组成该村主要水系,

收稿日期: 2006-04-26

基金项目: 国家林业局科技项目“鄂西三峡库区小流域综合治理及农林复合经营”部分内容

作者简介: 黎曙光 (1978—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事林木遗传育种和森林生态等研究。E-mail: lishug78@126.com

季节性小溪遍布全村,致使坡耕地在雨季倍受其害,经雨水冲刷,随小溪带走了大量土、肥,导致坡耕地极其瘠薄,缺氮、磷、钾,使农林植物生长受到不同程度的影响。

蛇山溪小流域1998年土壤侵蚀总量为0.8206万t,平均土壤侵蚀模数为2428.6 t/(km<sup>2</sup>·a)。

## 2 优化的防护林体系林种结构

优化的防护林体系林种结构根据原林业部长江中上游防护林体系建设(县级)总体设计规定,结合蛇山溪小流域地形地貌、水系分布、林地特征生态需求及立地条件类型,建成河(溪)流源头为水源涵养林,险陡坡为水土保持林、薪炭林,公路、渠道、农田两侧为护路、护渠、护田林,台地、缓坡为用材林和经济林,形成点、线、面相结合,多层次、多林种相结合的山地森林生态防护林体系(见垂直分布图)。

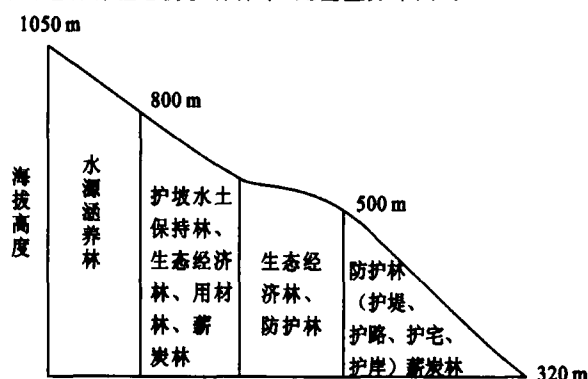


图1 防护林体系垂直布局示意图

以生态效益和经济效益最大为目标,采用线性规划方法,将林种结构比例由原有的防护林:用材林:经济林:薪炭林=1.72:5.70:1.78:0.80,调整为防护林:用材林:经济林(生物篱):薪炭林=3.86:2.64:2.70:0.80,增加了防护林和生态经济林的比重,减少了用材林的比重。

## 3 生物篱模式及配置技术

### 3.1 生物篱栽培配套技术

在运用推广生物篱经营模式时,调整改造和发展提高现时的生物篱经营模式。生物篱复合经营模式中,不同结构与功能的复合经营模式,能产生各种不同效果。因此,选择既有良好的水土保持作用,又能确保林牧业持续稳产高产的模式,使生物篱复合经营系统始终处于良性循环之中。

### 3.2 生物篱树种选择

根据秭归县蛇山溪小流域气候特点及生物篱生长要求,兼顾当地群众对燃料、饲料、绿肥及开展多种经营的需要,选择根系发达,根蘖萌发力强,耐刈割,能较快形成地面覆盖,固土能力强,生长旺盛,郁闭迅速,分枝角小,落叶丰富,且易分解,能较快形成松软的枯枝落叶层;有较强的适应性和抗逆性;具有一定的经济价值的茶树、紫穗槐、石榴等生物篱树种,百喜草、白三叶、金荞麦等生物篱草种。

### 3.3 生物篱带间距的确定

生物篱的坡间距由坡面度和土壤特性决定,采用坡地生物篱带间距公式计算

$$L = D / \cos \alpha + B$$

式中: $L$ ——生物篱坡面带间距(m); $D$ ——设计水平田面宽(m); $\alpha$ ——坡度; $B$ ——生物篱冠幅占地宽,一般取0.3~0.6 m。

表1 不同地面坡度的生物篱最大带间距

坡面坡度/(°)	15	20	25	30	35	>35
生物篱最大带间距/m	8~10	5~6	4~5	3~4	3	2~3

## 4 复合经营模式

### 4.1 林—茶复合型

#### 4.1.1 板栗—茶树复合型

板栗(*Castanea mollissima* Blume):选择宜昌浅刺大板栗,它是早实、丰产的优良品种。整地时,应根据山地不同坡度而定,坡度在20°~25°时,沿等高线挖穴。定植时,每穴内施有机肥25 kg,并混入部分磷肥。选用粗壮无病虫害的嫁接苗或者实生苗栽植,实生苗成活率高,定植后1~2 a进行嫁接。株行距采用2 m×5 m,3 m×5 m。定植或嫁接后一年生幼树定干高度60~80 cm,采用自然开心形整形,加强土壤管理,做好中耕除草、间作、覆盖、深翻扩穴及水土保持等措施。

为了达到丰产的目的,2~3个品种混栽,以利于受粉。栽植后加强抚育管理,增施磷、钾肥能促进胚胎发育,有利板栗授粉,提高坐果率,降低空苞率,提高板栗产量和质量。

茶树:选择福鼎大白茶,中叶早芽类,树姿半开张,分枝较密。该品种发芽早,生长期长,育芽力强,无性繁殖成活率高,单产高,比一般品种增产20%~30%。采用双行条植,株距和行距为25~33 cm。呈三角形排列,每穴留苗1~2株。茶树高产优质栽培的主要技术措施包括:耕作与施肥、合理修剪、培养树冠,加强病虫害防治;合理采摘,多产高档茶。茶树病虫害的综合防治技术最为关键。生物防治是综合防治的基础,通过适当的栽培管理措施,定向地改变茶树的生态环境,提高对病虫害的抗性。采用生物防治既不污染环境,也不会引起害虫的抗药性,而且有比较长期的防治效果。如:应用苏云金杆菌类细菌(包括杀螟杆菌、青虫菌)、白僵菌(真菌)来防治茶尺蠖、茶(小卷叶)蛾等鳞翅目害虫。

#### 4.1.2 柑橘—茶树复合型

柑橘(*Citrus reticulata*)与茶都是寿命长、经济效益高的常绿树种,茶树具有喜温、耐阴、忌强光直射的特性,而柑橘树冠宽大,喜温怕寒,柑橘与茶树复合经营,既能充分利用土地与空间、光照,为茶树和柑橘的生长创造良好的生态环境,又能避免单一种植引起的地力衰退,病虫害蔓延等弊端,从而达到增产增收的目标。

橘茶复合型,形成了橘树与茶树2个叶幕层,叶面积数明显增加,光能利用率得到提高。由于柑树处于上层遮荫,冬、春季提高了橘园内的有效积温,夏秋季又能避免强光曝晒,这就能促进春芽早发,提高夏秋茶的品质和产量,橘茶复合经营,形成双层群落结构,为各种天敌昆虫提供栖息繁衍的场所。如寄生在橘树上的德氏钝绥螨,就能捕食茶树上的多种害螨。因此,橘茶复合经营的螨类虫口率等指标均低于单作茶园。

#### 4.1.3 杜仲—茶树复合型

杜仲(*Eucommia ulmoides* Oliv)是落叶乔木,为我国重要的中药材,有多种疗效,栽植具有显著的经济效益。同时杜仲根系发达,有明显主根和庞大的侧根系统,分布深而广,是退耕还林和营造水土保持林优良树种。杜仲经营强调良种壮苗,适地适树,保证造林质量和集约管理,主要实用栽培技术有正确选择作业方式,定植当年截干,合理套种,杜仲全剥皮再生技术,病虫害防治等。杜仲作乔木林(生态经济型)选择宽行密株的作业方式,密度为 $2\text{ m}\times 4\text{ m}$ , $1.5\text{ m}\times 5\text{ m}$ , $1\text{ m}\times 5\text{ m}$ 。定植当年秋季后至翌年萌芽前,离地面 $5\text{ cm}$ 处截干,对当年及以后高径生长有很大促进作用。

#### 4.2 林—紫穗槐(金荞麦)复合经营技术

##### 4.2.1 板栗—紫穗槐(金荞麦)复合型

紫穗槐(*Amorpha fruticosa* L.),落叶丛生灌木,生长迅速、成林快、耐湿耐干旱、病虫害少、能适应各种土壤生长。萌芽力强、耐割,平茬后,一般每丛萌发条 $10\sim 20$ 根,高 $1.5\sim 1.7\text{ m}$ ,地径 $0.7\sim 0.9\text{ cm}$ ,形成较大灌丛,对保持水土十分有利。

紫穗槐作生物篱造林方法很多,可因地制宜采用植苗、直播、插条以及分根等方法。采用一年生截干苗造林,株距 $40\sim 50\text{ cm}$ ,带间水平距 $5\text{ m}$ 左右,每公顷定植 $19\ 500\sim 22\ 500$ 株。

##### 4.2.2 杨梅—紫穗槐复合型

杨梅(*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.)是我国特产果树,树势强健,耐旱耐寒,适应性广,根部带有固氮菌,能保持水土,减少水土流失。果实色泽鲜艳,汁液多,营养价值高,性平,无毒,甜酸适口,风味好,且有生津止咳、消食、止吐、利尿、治痢疾等功能,成熟期6月下旬至7月上中旬,正值水果淡季,对调节水果市场有一定的作用。杨梅栽培容易,且枝叶茂盛常绿,树冠整齐,姿态优美,是良好生态林、经济林树种。

杨梅是雌雄异株常绿乔木,嫁接定植后 $4\sim 5\text{ a}$ 开始挂果,采用嫁接苗,并注意雌雄搭配。栽培杨梅要求高标准整地。坡度在 $15^\circ\sim 30^\circ$ 的山坡或丘陵地,宜采用修筑梯地或鱼鳞坑挖大穴整地,穴要求直径 $100\text{ cm}\times 100\text{ cm}$ ,深 $80\text{ cm}$ ,穴内施足底肥。根据立地条件,一般采用株行距 $4\text{ m}\times 4\text{ m}$ 或 $4\text{ m}\times 5\text{ m}$ ,每 $1\text{ hm}^2$ 定植 $600\sim 795$ 株。杨梅栽培的优良品种有荸荠、晚稻、东魁等。

杨梅—紫穗槐(生物篱)栽培模式,杨梅属深根系常绿乔木,且带有固氮菌,对深层土壤有固定和增加肥力的作用,是重要的生态经济型树种。杨梅林间套种紫穗槐,紫穗槐是重要的绿肥植物,萌芽力强、耐割,形成较大灌丛,对保持水土十分有利,从而增加了林地的生态、经济效益。

##### 4.2.3 柑橘—金荞麦复合型

金荞麦[*Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara]别名天荞麦、野荞麦,为蓼科多年生草本植物。全草皆可入药,也是重要的饲料作物。株高 $1\sim 1.5\text{ m}$ ,根茎粗大,横生,对地表土有重要的固着作用。

金荞麦适应性强,野生于丘陵山区阴湿处。栽培时,适当深翻土地,以不翻出生土为原则。金荞麦栽植以密植为

佳,一般采用播种和扦插法繁殖。每亩定植 $19\ 500\sim 27\ 000$ 株/ $\text{hm}^2$ 。

#### 4.3 林—草复合型

采取石榴—白三叶复合型模式。石榴(*Punica granatum*)是石榴科石榴属植物,既是一种珍稀果品,也可作为庭院观赏树。栽植成活率高、病虫害少、土壤适应性强、耐贮藏。石榴对土壤酸碱度适应范围大,耐盐能力强,适合在盐碱地种植。管理粗放,病虫害明显少于其他果树,特别适合技术水平低的农户种植。

石榴一般从年头10月初到第2年4月初均可栽植,栽培密度( $2\text{ m}\times 3\text{ m}$ )或( $2\text{ m}\times 4\text{ m}$ )最佳。

白三叶(*Trifolium repens* L.)也叫白车轴草,植株低矮,为多年生草本植物。掌状三出复叶。喜温暖湿润气候,能耐 $35^\circ\text{C}$ 左右的高温;耐短时水淹,不耐干旱、盐碱,耐践踏,再生力强。在未种过白三叶的土地上首次播种时,需用白三叶根瘤菌拌种。春播当年每 $1\text{ hm}^2$ 产青草 $15\ 000\sim 24\ 000\text{ kg}$ 。种子成熟不一致,1 $\text{hm}^2$ 可收种子 $500\sim 525\text{ kg}$ 。白三叶草可喂猪、兔、鱼等。

白三叶生长快,具有匍匐茎,能迅速覆盖地面;具根瘤,有改土肥田作用,是很好的水土保持植物。在坡地、堤坝种植,能有效的防止水土流失。

### 5 工程措施与生物措施相结合技术

在立地条件差的地方,为充分发挥水土保持林保持水土的作用,根据示范区的立地条件,采取以生物措施为主与工程措施相结合的治理技术,治坡与治沟同步进行,对侵蚀沟采取筑土埂堵沟沉沙造林种灌种草,控制侵蚀沟扩展和泥沙下泻,土埂规格,一般埂高 $2\sim 3\text{ m}$ ,埂底宽 $1.5\sim 2\text{ m}$ ,上宽 $0.8\sim 1.0\text{ m}$ 。土埂间距离陡坡沟 $3\sim 4\text{ m}$ ,缓坡沟 $5\sim 6\text{ m}$ 。在侵蚀沟切割深、坡陡、径流量大,母岩裸露、谷坊又难于实施的地段,采用沟头营造防蚀林与沟口筑坝淤地造林相结合的方法,阻止沟头组织继续发展和沟的夹带泥沙危害山麓农田。

#### 5.1 低产林改造技术

保留一定面积的板栗林、柑橘园和茶园。由于品种和管理等方面的原因,造成单位面积产量低、品质差和经济效益不高。因此,对这些低产林进行技术改造。

##### 5.1.1 高接换种技术

板栗高接换种的时期和方法:对适龄产量低、品质差的结果树,及时进行高接换种。发芽前1个月,选择优良品种生长充实,牙饱满的1 $\text{a}$ 生发育枝作接穗,封蜡后贮藏。发芽前20 $\text{d}$ 进行高接,高接部位枝粗 $2\sim 3\text{ cm}$ 的采用劈接或切接,插接2个接穗。高接部位枝粗 $4\text{ cm}$ 以上,采用插皮接或插皮舌接,插接3个接穗,然后用塑料带绑严砧木和接穗的切削伤口。

橘子高接换种的时期和方法:采用单牙皮下接为好。时间从3—10月。嫁接部位,小树可在主干上嫁接,初果和将结果的果树在主枝上,成年树则在侧枝上。嫁接位置低成活率也低。接口应选枝干上皮光滑处从上而下顺皮层纵切,长约 $2\text{ cm}$ ,切口平直微伤木质部,然后将削好的接芽埋入接口,用塑料带捆扎。接芽萌发后剪去接口上部的枝干。

## 5.1.2 土肥管理技术

低产林高接换种后,要及时清除萌蘖、绑柱防风、摘心2~3次,适时解除绑扎物。同时必须加强土肥管理,做好中耕除草、间作、覆盖、深翻扩穴、施肥及水土保持等措施。试验证明如果管理得当,3a可恢复产量。

表2 板栗、柑橘高接换种产量

	树龄/ a	嫁接 时间	品种	平均单株产量/kg		
				2004	2005	2006
板栗	7	2004-03	浅刺大板栗		2.3	4.7
CK	7		油栗	1.8	2.1	2.6
柑橘	9	2004-09	椪柑、脐橙		7.9	19.7
CK	9		温州蜜柑	11.5	14.3	17.6

## 5.2 封山育林技术

根据实施区的山脉、河流自然界限特征及当地人民生活能源需要和林木生长、培养目标等基本条件,因地制宜地将蛇山溪小流域内80hm<sup>2</sup>以马尾松、杉木、栎类等树种为主的天然林,采取合理区划封山育林林区;选择全封、轮封、半封等形式;造林补植、补播改造相结合;树立封山育林标志等技术措施,实现保护植被,保持水土,涵养水源,改善生态环境的目的。

## 6 产生的效益和效果

## 6.1 经济效益

## 6.1.1 经济树种及绿肥产出效益

(1)经济树种产出效益。各种复合经营模式中的经济林树种,除了产生生态效益外,还将产生一定的经济效益。据调查测定板栗、柑橘、茶叶、杜仲、杨梅、石榴等经济树种的主要经济性状见表3。从表中可以看出2004—2006年,板栗、柑橘、茶叶、杜仲等经济树种每1hm<sup>2</sup>平均产值分别为6456.0元、16768.0元、16140.0元和3333.6元,比原有对照分别提高16.10%、20.70%和24.03%,经济效益显著。

表3 主要经济树种产量

树种	造林 时间	树高/ m	冠幅/ m	平均单株产量/kg			平均产值/ (元/hm <sup>2</sup> )
				2004	2005	2006	
板栗	2000	2.35	2.1×2.2	960.0	1866.0	2016.0	6456.0
CK	2000	2.15	2.0×1.9	1080.0	1260.0	1560.0	5200.0
脐橙	2000	2.12	2.0×1.9	9450.0	10290.0	11700.0	16768.0
CK	2000	1.70	1.8×1.7	6900.0	8580.0	10560.0	13888.0
茶叶	低改	0.70	0.8×0.8	525.0	1065.0	900.0	16140.0
CK	1991	0.70	0.7×0.7	616.0	774.0	695.0	13900.0
杨梅	2004	1.70	1.2×1.3				
杜仲	2001	5.90	5.4 cm (胸径)				3333.6
石榴	2005	2.50	1.5×1.4				

表4 综合治理与复合经营效果

	森林覆盖率/ %	土壤地表径流/ %	土壤侵蚀模数/ (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	土壤侵蚀总量/ t	经济林产量/ %	农民人均收入/ 元
治理前(2000年)	53.0	100.0	2428.6	0.8206	100	1253.0
治理后(2005年)	84.4	33.8~59.2	1408.97	0.47595	116.1~124.0	1670.0
效果	增加 31.4	减少 40.8~67.2	减少 41.98%	减少 41.98%	增加 16.1~24.04	增加 33.2%

## 6.3 生物篱的挡土防蚀效益

生物篱在防止土壤冲刷上,具有明显的挡土效益,并且随着成篱时间的增加而愈益明显,主要表现在篱坎高度变化上。在坡耕地上构建的等高植物篱。

表5 几种生物篱成坎高度 cm

年份	紫穗槐	茶	金荞麦
第1年(2003年)	24.0	12.5	11.5
第2年(2004年)	25.0	13.5	12.0
第3年(2005年)	26.5	14.0	12.5
第4年(2006年)	28.0	14.5	13.0

层层拦截侵蚀土壤,尤其是从生物篱根部向上淤积,土壤在篱笆的上部被阻留,坡面坡度便逐渐减缓,坡度逐渐从

## 6.1.2 绿肥产出效益

生物篱在生长过程中,应定期修剪,修剪的枝叶应平铺在篱根带的上侧,这样可以加快篱网的形成,同时修剪的枝叶又可作为绿肥,增加土壤有机质,提高土地生产潜力,有些生物篱品种,如紫穗槐本身是豆科植物,有根瘤菌还可固氮增加土壤氮素含量。经测定,第4年的植物篱绿肥生物量见表4,以紫穗槐为例,按带间距5m、株行距20m×30m计算,每带双行“品”字形栽植,每公顷紫穗槐生物篱可产绿肥29340kg,折合过磷酸钙57.8kg、硫酸铵637.5kg、硫酸钾544.5kg。

## 6.2 综合治理与复合经营后的效果对比

几年来,小流域内营造了95.6hm<sup>2</sup>试验示范林,其中板栗33.3hm<sup>2</sup>、脐橙6.3hm<sup>2</sup>、茶叶20.0hm<sup>2</sup>、杜仲20.0hm<sup>2</sup>、杨梅6.0hm<sup>2</sup>、刺槐5.0hm<sup>2</sup>、石榴5.0hm<sup>2</sup>、生物篱(紫穗槐、金荞麦、茶梗等)15.95hm<sup>2</sup>,完成低产林改造30hm<sup>2</sup>、坡改梯和小农田改造20hm<sup>2</sup>,修建大型谷坊3个,新修公路10km,兴修河堤1000m,四旁植树(木瓜、杜仲、刺槐等)38000余株,同时采取补植和封育措施实施。

表3 主要经济树种产量

树种	造林 时间	树高/ m	冠幅/ m	平均单株产量/kg			平均产值/ (元/hm <sup>2</sup> )
				2004	2005	2006	
板栗	2000	2.35	2.1×2.2	960.0	1866.0	2016.0	6456.0
CK	2000	2.15	2.0×1.9	1080.0	1260.0	1560.0	5200.0
脐橙	2000	2.12	2.0×1.9	9450.0	10290.0	11700.0	16768.0
CK	2000	1.70	1.8×1.7	6900.0	8580.0	10560.0	13888.0
茶叶	低改	0.70	0.8×0.8	525.0	1065.0	900.0	16140.0
CK	1991	0.70	0.7×0.7	616.0	774.0	695.0	13900.0
杨梅	2004	1.70	1.2×1.3				
杜仲	2001	5.90	5.4 cm (胸径)				3333.6
石榴	2005	2.50	1.5×1.4				

陡坡地向缓坡地发展,逐渐在坡耕地上形成等高条形缓坡梯地或水平梯地,等高生物篱最终成为生物梯田的地埂。

## 6.4 生物篱对坡耕地土壤侵蚀的控制作用

等高生物篱可以拦截地表径流,减缓径流流速,这主要是由于生物篱和篱带基部前置茎秆的机械阻滞作用及坡度变缓的影响,前者截断连续坡面,直接减低了坡面水流流速与冲刷力,后者则包括带间坡度的变缓和篱前淤积带的形成和发展,这2个因素都削弱了水流的动能,同时后者还增加坡面水流的入渗时间,使其不易纵向汇集和加速,从而降低单位面积坡面上水流的侵蚀能力。表6是蛇山溪几种生物篱土壤侵蚀量变化情况,同对照(坡耕地)比较,紫穗槐、茶、金荞麦等生物篱可减少土壤侵蚀达47.33%~97.58%,营造生物篱5a之后,

坡耕地农林复合经营模式基本上控制了土壤侵蚀。

6.5 削减径流效应

生物篱植物材料一般都选择根系发达、萌芽力强的树(草)种,因此生物篱能较好地改善土壤入渗性能,提高土壤水分下渗速率及稳渗量。对不同生物篱模式采用临时径流场进行水土保持监测,结果发现小雨强时生物篱不但减少了径流形成的条数,而且径流深度也明显变浅;随着雨强的增

加,不同生物篱模式的径流条数比对照增加,而深度依然较浅,说明生物篱对径流的阻挡作用主要表现在两个方面:一方面为对径流的阻挡作用,减缓径流的形成与流速,另一方面为分流效果,使原有的径流进行再分配,从而增加径流的下渗时间及下渗量,最终减少地表径流,紫穗槐、茶、金荞麦生物篱同对照(坡耕地)相比,地表径流平均减少 40.8%,44.0%,67.2%。

表 6 蛇山溪小流域几种生物篱土壤侵蚀量 t/hm<sup>2</sup>

年 份	CK	板栗+茶		板栗+紫穗槐		柑橘+茶	
		侵蚀量	同 CK 比较减 百分比/%	侵蚀量	同 CK 比较减 百分比/%	侵蚀量	同 CK 比较减 百分比/%
2003	78.8	35.3	55.2	41.5	47.33	35.0	55.2
2004	66.5	30.4	54.29	34.6	47.97	32.5	51.11
2005	23.6	2.3	90.25	3.7	84.32	8.4	64.41
2006	66.2	1.6	97.58	2.1	96.83	3.6	94.56

表 7 不同雨强各生物篱模式地表径流特征

径流特征	径流深度/cm			径流条数/条		
雨强/(mm·h <sup>-1</sup> )	32.6	60.5	104.0	32.6	60.5	104.0
紫穗槐	0.8	1.5	2.0	2.5	3.0	4.5
茶	0.7	1.4	1.9	2.0	3.0	4.5
金荞麦	0.5	1.1	1.5	2.0	3.0	4.5
CK	1.2	2.5	3.3	4.0	2.5	3.0

6.6 产生的效益

根据亚热带地区森林效益计量及经济效益评价办法,估算出蛇山溪小流域 300 hm<sup>2</sup> 森林的公益效益。每 1 hm<sup>2</sup> 森林蓄水 375 m<sup>3</sup> 计算,可增加蓄水 112 500 m<sup>3</sup>,每 1 m<sup>3</sup> 水按 0.2 元计算,每年蓄水效益为 22 500 元。每年每 1 hm<sup>2</sup> 保土 60 t 计算,每年可保土 18 000 t,1 t 以 1.0 元计算,每年保土价值 18 000 元。实施区保土 18 000 t,每 1 t 土壤中含氮、磷、钾各 0.016 8,0.011 2,0.112 t,按现行化肥价格计算,每年保肥效益 294 230 元。由于增加了森林植被,改善了生态环境,300 hm<sup>2</sup> 森林的净化空气效益值为 490 950 元。300 hm<sup>2</sup> 森林景观效益值为 60 300 元。

7 结 语

三峡库区内目前水土流失比较严重,产沙和入库泥沙之多,为世界各国大型水库所罕见。按照目前的水土流失防治速度计算,水土流失初步治理一遍的时间是:东部地区需要 30 a,中部地区需要 50 a,而西部地区则根本无法预期。数据显示:中国的东、中、西部地区水蚀面积发展变化趋势不同:东部地区的水蚀面积由 13 万 km<sup>2</sup>,减少到 9 万 km<sup>2</sup>,相当于年均减少 2.9 个百分点;中部地区由 62 万 km<sup>2</sup>,减少到 49 万 km<sup>2</sup>,相当于年均减少 2.2 个百分点;西部地区由 104 万 km<sup>2</sup>,增加到 107 万 km<sup>2</sup>,增加了 3 万 km<sup>2</sup>,相当于年均增加 0.26 个百分点。所以,对水土流失问题的严重性或估计不足,将会相当危险。森林植被是保持水土最有效的措施,据有关资料证实,在等雨量的条件下,植被覆盖率 95% 以上的耕地径流系数为 0.23,而覆盖率为 15% 的耕地,径流系数

达 0.59,具有多层植被(乔灌、草、枯落物)的林地其泥沙流失量仅为农地的 1‰,甚至 1‰。鉴于上述原理,在三峡库区大力发展植树造林增加森林覆盖率是当务之急。

根据三峡库区内自然条件和资源情况,应尽快建立合理的大农业结构,因地制宜布局农、林、牧生产,认真贯彻宜农则农、宜林则林、宜牧则牧的方针,尽快改变不合理的农业结构和耕作方法,发挥山区发展林特产品和生态旅游的优势,以农林复合经营为主,改善农业生产条件,集约高效利用水土资源,促进山区产业结构调整。

实行以工程措施与生物措施相结合,以生物措施为主的原则,在治理水土流失中生物措施已取得了显著效果,但在一些严重流失区和地段,必须采取工程措施和生物措施相结合,才能遏止流失。在立地条件差的地方,为充分发挥水土保持林的作用,采取以生物措施为主与工程措施相结合的治理技术,治坡与治沟同步进行,对侵蚀沟采取筑土埂堵沟沉沙,造林种灌种草,控制侵蚀沟扩展和泥沙下泻。在侵蚀沟切割深、坡陡、径流量大,母岩裸露、谷坊又难于实施的地段,采用沟头造防蚀林与沟口筑坝淤地造林相结合的方法,阻止沟头组织继续发展和沟的夹带泥沙危害山麓农田。

参考文献:

[1] 高成雄,朱首军,等. 陕北长城沿线风沙区农林复合经营模式与效益研究[J]. 水土保持研究,2007,14(1): 60-63.

[2] 祝志勇. 概述我国农林复合经营的历史与现状[J]. 江苏林业科技,2002,29(3):34-37.

[3] 王兵,吴斌,李建牢. 小流域水土保持生态经济效益综合评价模型的研究[J]. 水土保持学报,1994,8(3):59-63.

[4] 林积泉,王伯铎,马俊杰,等. 小流域治理环境质量综合评价指标体系研究[J]. 水土保持研究,2005,12(1): 68-71.