

# 三峡库区坡地植被—土壤环境 变化及土地利用的研究\*

黄雨霖 赵汉章 陈明珊 祁月清

**摘要** 三峡库区现有坡地植被是由亚热带常绿阔叶林演替而来的天然次生林和荒地草坡及人工林植被。森林覆盖率从20世纪40年代的45.5%降至1985年的21.7%，而且面积分布不均匀呈“岛状”和“斑块状”。坡地植被的退化导致了土壤瘠薄。土壤石砾含量6%~30%；土层较薄40~60cm；土壤母质松软再加之人们不合理利用土地，使水土流失加剧。为了控制库区坡地植被—土壤环境变化，防止进一步土壤侵蚀，1992年采用生物活篱笆复合农林经营技术。生物活篱笆是采用速生、萌生力强、能固N的植物材料沿等高线种植，使较陡坡地保持水土达到合理利用土地的目的。试验选择刺槐、黄荆、马桑、新银合欢、紫穗槐、龙须草、香根草等乔灌草。种植3a后植被覆盖率达35%，产沙量3.3g/m<sup>2</sup>，而人为翻耕没有植被覆盖的产沙量高达37.97g/m<sup>2</sup>。

**关键词** 三峡库区、生物活篱笆、复合农林业

坡地是丘陵山区人民赖以生存的地方，长期进行着农林牧业开发利用。在国外，特别是发展中国家，农林复合经营(Agroforestry)作为一种新兴的事业，正在日益引起重视。从1989年至今在不同山区开展规模较大的陡坡地(坡度35°~40°)设置草类和灌木带的农作物种植系统或用豆科灌木绿肥覆盖农田控制水土流失取得明显效果。复合农林业的提出深化了农林间作的含义。我国主要粮食产区黄淮海平原原有农桐间作、枣粮间作、杨粮间作和农田防护林已经取得了很大生态和经济效益。中国林科院吴中伦院长<sup>1)</sup>指出“林木包括乔木、灌木是多年生植物；少则十几年，多则几十年、几百年，经种植成熟后可以年年收益，或长大成材进行采伐、间伐，不需要经常翻耕土地。在坡地种植还可以发挥其保持水土、涵养水源、调节气候、维护生物多样性的森林生态系统功能”。生物活篱笆是复合农林业经营技术措施之一。复合农林业要强调适地适树、适灌草、适作物(农作物和经济作物)的合理配置，当然没有多年生木本植物参与就不能构成复合农林业。本研究对稳定库区农业生产，保持库区水土资源和今后大坝安全，维护三峡库区生物多样性以及缓解库区移民生产和生活具有重大意义。

## 1 研究方法

实验区以三峡库区湖北省秭归县水田坝乡亮斗河流域黄家桥水保站为基地，流域长52.4

1995—05—05 收稿。

黄雨霖副研究员，赵汉章，陈明珊，祁月清(中国林业科学研究院林业科学研究所 北京 100091)。

\* 本文为中国科学院地理研究所“八五”国家重点基金课题“中国东部典型坡地过程及其改良利用研究”中“坡地植被研究”专题内容。调查得到秭归县林业局、水保局，黄家桥水保站大力支持，一并致谢。

1) 林业与农业的根本任务和生产布局，中国老教授协会第三届代表大会论文，1993。

km, 面积 193.73 km<sup>2</sup>。采用路线和分类抽样调查, 即把调查区划成若干不同的地类如人工林、次生林、阴坡灌草地、阳坡灌草地等, 查明坡地植被—土壤的发育、演替背景。并且设置 3 组生物活篱笆试验区, 引种 6 种以防止土壤侵蚀为主的乔灌草, 从 1992 年始进行地上部分(高生长、冠幅)、生物量及地下部分根系和生物量的测定(1 年生)。结合调查植被和生物活篱笆生长情况进行土壤适宜性调查和分析。试验区设计:

- (1) 红石岩 1 号地。设有新银合欢、马桑、黄荆、黄花菜、香根草。
- (2) 红石岩 2 号地。设有新银合欢、马桑、黄荆。荒坡定植刺槐。
- (3) 水井沟(3 号地)。设有新银合欢、马桑、黄荆、香根草。经济林品种有脐橙、锦橙。

## 2 试验区自然地理

三峡库区总面积 498.87 万 hm<sup>2</sup>, 其中耕地面积为 199.65 万 hm<sup>2</sup>, 山地黄棕壤和黄壤占耕地面积 6.5%、紫色土占 78.7%、石灰岩土壤占 14.8%<sup>[3]</sup>。秭归县王家桥亮丰河流域水田坝选择紫色土设置试验区。土地面积见表 1。

表 1 秭归县主要土壤面积<sup>[4]</sup>

土类名称	面积 (万 hm <sup>2</sup> )	占全县总面积 (%)	耕地面积 (万 hm <sup>2</sup> )	占全县耕地面积 (%)	林地面积 (万 hm <sup>2</sup> )	占全县林地面积 (%)
山地棕壤	0.023	0.1	0.015	0.52	0.008	0.06
山地黄棕壤	2.21	9.26	0.53	17.68	1.685	13.55
黄壤	4.35	17.93	0.62	20.77	3.732	30.00
紫色土	2.76	11.38	0.38	12.86	2.379	19.12
石灰岩土	5.54	22.82	0.91	30.54	4.630	37.21
潮土	0.035	0.15	0.028	0.94	0.007	0.06

### 2.1 地理位置和气候特征

秭归县地处长江中游, 属亚热带季风气候。境内山峦起伏, 气候垂直变化明显。年平均气温 6~18℃, 平均降水量 1 439.2 mm, 四季分明。海拔 1 500 m 以上的高山区基本无炎夏, 冬季及寒冷天气长约 226 d, 占全年的 62%。灾害性天气如下:

(1) 早稻育秧期低温冻害, 晚稻抽穗扬花期寒风。冬季有些年份可出现严重冻害。

(2) 日降水量 50 mm 以上的暴雨 4~10 月均有发生, 6~7 月尤为严重, 占全年 43.3%。倘有伏旱年份如 1994 年 8~9 月间长期干旱, 导致柑桔叶片普遍黄化。

(3) 春秋连日阴雨常伴有低温, 特别是海拔 600 m 以上山区更为严重。

### 2.2 地质构造和地貌特征

秭归县地质构造, 自西向东横跨秭归向斜和黄陵背斜西翼, 南部为香炉山背斜。母岩以古生界寒武系至二叠系和中生界三叠纪、侏罗纪地层分布最广。秭归县四面环山, 长江自西向东横贯全境, 把该县分成南北两部分, 构成独特的长江三峡山地地貌。境内地形起伏, 海拔变幅在 50~2 000 m 范围内, 坡度陡峻, 山峰林立, 层峦叠嶂。江北地势北高南低, 江南南高北低, 长江中路将其切开呈开口山地盆地, 历史上素有“金线吊葫芦”之美喻。

### 2.3 坡地植被—土壤演替及其环境效应

### 2.3.1 原生森林植被演替为天然次生林植被和荒地草坡、人工林植被

(1)海拔 600 m 以上亚热带植物区系中常见的常绿阔叶林樟、楠、栲、栲、青冈和木荷树种已极少,残存的落叶阔叶林树种麻栎、槭树、漆树、枫香等也已形不成森林群落。

(2)海拔 600 m 以下不适宜农田的坡地(坡度 $>25^\circ$ )部分被人工林和次生林占据,郁闭度都在 0.7 以下,立地条件较差,林下灌木层有黄荆、马桑、紫穗槐、胡枝子等比较耐干旱瘠薄的乔灌木。主要植物群落有竹叶茅、构树—黄檀;竹叶茅、白茅、柏木—乌桕;桔草、麻栎、黄檀—马尾松;竹叶茅、麻栎、桔草、黄桫—柏木或黄檀;马桑、黄花蒿、白茅、桔草—野蔷薇等。

(3)森林覆盖率<sup>[4]</sup>20 世纪 40 年代为 45.5%,50 年代降为 40%,60 年代 34.8%,70 年代 25.9%,1988 年为 21.7%,最近几年有所回升但总的呈下降趋势。1982 年利用雨季飞播马尾松恢复森林植被是成功的,但生长量很小,1993 年测定平均胸径 2.73 cm,平均高 2.59 m,郁闭度 0.6;1989 年人工播种侧柏,平均高度 1993 年测定 1.04 m。至 1985 年全县累计造林 10.73 万  $\text{hm}^2$ ,加快了森林更新速度,在恢复植被方面取得了很大成绩。国营九岭头林场营造长江中上游防护林,近年引种日本落叶松和柳杉长势良好。

### 2.3.2 土壤侵蚀严重

库区秭归县土壤侵蚀属长江上游中度流失区。据长江流域综合利用规划办公室运用遥感技术提供材料<sup>[5]</sup>,1985 年遭受不同程度水土侵蚀面积为 2 030  $\text{km}^2$ ,占全县 83.75%。其中侵蚀不明显( $<500 \text{ t}/\text{km}^2$ )仅有 260  $\text{km}^2$ ;轻度( $500\sim 2\,500 \text{ t}/\text{km}^2$ )为 387.5  $\text{km}^2$ ;中度( $2\,500\sim 5\,000 \text{ t}/\text{km}^2$ )612.5  $\text{km}^2$ ;强度( $5\,000\sim 8\,000 \text{ t}/\text{km}^2$ )为 767.5  $\text{km}^2$ 。

### 2.3.3 坡地森林植被退化导致土壤性状瘠薄

现有林分是低价值的,林下植被又是禾本科、菊科草本植被居多数,加之灌木比例很小,因此挡土能力较差。植被演替和发育及群落组成受地质、地貌因素的限制发展不均匀。现有植被多呈“岛状”、“斑块状”或“秃鹫状”的分布加之人们“山有多高,田有多高”不合理的土地利用方式和解决烧柴难的问题,修枝成“扫把状”严重影响林木生长,以上都是使土壤性状瘠薄的重要因素。

试验区内土壤物理化学性状如下:

(1)土壤石砾含量。变幅较大 6%~30%;大部分土壤结构为粒状与屑粒状结构,保土持水性能较差,土壤有机质和土壤养分含量较贫瘠(见表 2)。

表 2 秭归县主要土壤化学分析

土类名称	深度 (cm)	pH 值 ( $\text{H}_2\text{O}$ )	全 N (%)	速 P ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	速 K ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	交换性 $\text{Ca}^{++}$ ( $\text{mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	交换性 $\text{Mg}^{++}$ ( $\text{mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	碳酸钙 (%)
碳酸盐紫色土 (1、2 号地)	AP 0~15	7.40	0.11	5.26	68.70	--	--	5.42
	AB 15~30	7.90	0.11	2.90	55.00	--	--	8.55
	BC 30~45	8.00	0.04	4.22	30.00	--	--	11.28
酸性紫色土	AP 0~15	6.05	0.06	1.14	28.70	79.7	3.0	--
	B 15~40	6.45	0.02	1.91	23.70	76.0	11.6	--
微碱性紫色土 (3 号地)	AP 0~15	7.90	0.06	1.93	145.30	158.7	16.5	--
	B 15~45	7.50	0.05	1.08	82.50	136.2	19.2	--
黄 壤	AP 0~9	6.20	0.04	6.55	20.00	92.0	6.6	--
	BC 9~27	5.90	0.03	1.52	17.50	81.0	5.0	--
山地黄棕壤	A 0~15	5.80	0.14	4.88	92.50	--	--	--
	B 15~35	5.95	0.10	3.66	53.70	--	--	--

(2)土壤被人为干扰明显。土层厚度一般小于 60 cm,土层浅薄,枯枝落叶层仅 1~2 mm,有些地方岩石裸露。土壤腐殖质层(A+AB)厚度平均在 10~15 cm 左右。浅薄、石砾含量高、坡陡导致土壤容易崩塌滑动。

(3)土壤母质。主要为震旦纪至侏罗纪以碳酸盐岩为主,夹有砂岩、页岩和煤系等松软物沉积岩层。层理和节理发育明显,软硬岩层相间极不稳定。紫色土碳酸盐含量 5%~11%,砾质石灰岩土碳酸盐含量 3%~42.7%。土壤母质在雨量集中、暴雨次数频繁时期,由于重力和流水及溶蚀作用下容易移动,一旦岩层失去平衡导致地面塌陷、崩塌、滑坡等造成山体变形如秭归发生的新滩滑坡就是一例。

(4)土壤水分物理常数。不同土类共同特征是紫色土、黄壤及山地黄棕壤的最大持水量比天然林下低近一倍,土壤表层容重偏大,土体石砾含量高,非毛管孔隙度较大。黄壤表层紧实,石砾含量小,因此容重最大 1.47,非毛管孔隙度最小 10.1%;山地黄棕壤由于有致密的箭竹—胡枝子、凤尾蕨—胡枝子和白茅—胡枝子群落覆盖,覆盖率 90%左右,所以土壤表层最大持水量达 74.8%,土壤容重 0.9~1.02,相对比较而言水土保持效益较好。

2.3.4 库区土地经营不当 秭归县现有 42.7 万人口,2.73 万  $\text{hm}^2$  耕地,人均耕地还不到 0.07  $\text{hm}^2$ 。另外本县属全国薪炭林重点发展区,薪炭林的消费量占整个能源消费量 53.2%,缺柴率 0.52<sup>[6]</sup>,据县志记载,1980 年以来虽三令五申退耕还林,但仍开荒 0.23 万  $\text{hm}^2$ 。按国家水土保持法规定, $>25^\circ$  坡度退耕,那么大坝建成淹水之后,现有  $\leq 25^\circ$  坡度的人均耕地面积将变得更小(倘不考虑现有人口自然增长率)。如果库区以本地消化大部移民为主的方针,使必还要扩大现有用地和耕地面积。国家土地局长邹玉川谈到“到 2050 年,在农业科技水平不断提高的条件下,我国至少要保证人均 0.07  $\text{hm}^2$  耕地,才能保证吃饭的需要”<sup>[7]</sup>。为此,势必涉及到整个坡地系统合理开发利用问题。由于过去坡地植被退化尚未完全恢复,加之今日库区坡地利用和经营不当而带来严重的水土流失的环境和资源问题,所以要尽快恢复坡地植被。

### 3 生物活篱笆是恢复坡地植被和防止土壤退化的有效措施

生物活篱笆是采用植物材料沿等高线种植成活篱笆,使较陡坡地逐步演变成梯田,这样既有效地保持水土,同时又改良土壤,提供饲料、薪炭材等多种生态经济效益。植物材料是以乡土或通过试验筛选的多年生乔灌木。在分析本区经济要求、树种生物学特性、立地条件综合因子基础上,1992 年在紫色土区选择了刺槐、黄荆、马桑、新银合欢、草决明、龙须草、香根草,1994 年又选择茶树。

#### 3.1 生物活篱笆的适宜性

(1)土壤酸碱度幅度较宽,pH 值 6.0~8.0 左右。

(2)适应干旱和瘠薄土壤。秭归县土壤全 N 含量  $\leq 0.1\%$ ;速效 P 含量在  $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  以下;速效 K 含量  $60 \sim 100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  左右;土壤容重大,石砾含量高,有机质缺乏,实为粗骨性瘠薄土壤(表 2)。

(3)部分乔灌木有自生固 N 能力,如新银合欢、刺槐、马桑。叶片中养分含量较高,全 N 为  $0.75\% \sim 3.40\%$ 、全 P  $0.11\% \sim 0.35\%$ 、全 K  $0.70\% \sim 1.76\%$ 。

(4)大部分乔灌木为深根性,要求侧根或须根都很发达,根系及生物量如表 3:

表3 试验区植株根系及生物量<sup>①</sup>

(1992~1994年)

植 株	株行距 (cm×cm)	株数 (株/hm <sup>2</sup> )	平均高 (cm)	冠幅 (cm×cm)	根深 (cm)	根幅 (cm)	生物量(干重 kg/hm <sup>2</sup> )				
							地上部分		地下部分		
									主根	侧根	须根
草决明(实生)	20×20	249 750	39.6	—	22.0	15.3	3 521.5	424.6	399.9	99.9	924.1
黄荆(2 a 实生)	25×400	9 990	240.5	150×170	30.0	306.0	531.3	155.8	167.8	119.9	443.5
龙须草(实生)	20×20	249 750	60.1	—	13.0	23.4	2 222.8	—	—	—	7 592.4
香根草(2 a 实生)	25×400	9 990	160.2	65×55	36.0	25.0	304.7	—	—	—	25.6
新银合欢(2 a 实生)	25×400	9 990	150.3	90×84	44.0	20.0	937.1	472.5	56.9	14.0	543.4
马桑(野生)	25×400	9 990	150.1	50×55	35.0	55.0	1 286.8	1 448.5	92.9	16.0	1 557.4
刺槐(2 a 实生)	150×150	4 440	160.5	70×65	60.0	200.0	1 011.9	874.1	182.5	16.2	1 072.8

①为便于比较均采用 25 cm×400 cm 株行距计算生物量。

(5)大部植株为萌生力较高的多年生木本和草本植物。刺槐平均萌条 3~4 条,多者达 6~7 条;马桑平均 5~6 条,立地条件好的超过 10 条;黄荆 2~3 条;新银合欢成材后 3~4 条;紫穗槐平茬后 10 条左右。4 年生紫穗槐林地,1 m<sup>2</sup> 深 10 cm 土层内有鲜根 1 kg 多,作活篱笆造林当年可平茬,平茬高度 10 cm 左右;第二年在萌芽之前平茬;高度一般留 10~20 cm,以后每年平茬 1~2 次,活篱笆高度随之增高,地下根系相互交错,形成有效控制土壤侵蚀的挡土墙。

### 3.2 生物活篱笆经营方式及防止土壤侵蚀效果

(1)乔灌木相结合或梯田农林间作的侵蚀模数相对降低 10.3 和 14.9 倍(表 4)。

表4 径流试验场水土流失量<sup>[8]</sup>

类 型	年 份	年降水量 (mm)	郁闭度	草被度 (%)	径流深 (mm)	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	备 注
乔灌木混交	1977 年	927.4	0.75	75	45	274.2	马尾松+刺槐+苦楝+紫穗槐(1964 年造林)
梯田农田	1977 年	927.4	0.05	15	96	2 834.4	
梯田农林间作	1982 年	987.9	0.25	40	277	190.6	杉木间作绿肥、小麦(1977 年造林)

(2)生物活篱笆对淋溶土径流量的控制如果以普通耕地径流量为 100%,不同间距活篱笆相对径流减少为 9%~27%或 28%~31%(表 5)。

表5 生物活篱笆对淋溶土径流量的控制<sup>[3]</sup>

处 理	径流量(mm)	相对径流(%)
普通耕地	99.5	100
银合欢(4 m)	26.6	27
银合欢(2 m)	9.0	9
墨西哥丁香(4 m)	30.5	31
墨西哥丁香(2 m)	27.8	28

(3)有植被覆盖比翻耕没有植被覆盖的产沙量要低。有植被覆盖后,即使加大降雨强度,其土壤流失量仍比翻耕后没有植被覆盖的、降雨强度小的还要低得多(表 6)。

表 6 不同处理土壤侵蚀养分流失量<sup>1)</sup>

(1994 年)

试验小区	处 理	降雨强度 (mm/min)	产沙量 (g/m <sup>2</sup> )	有机质损失 (g/m <sup>2</sup> )	P 素损失 (mg/m <sup>2</sup> )	K 素损失 (g/m <sup>2</sup> )
1	35%植被	1.29	3.30	0.184	1.9	0.125
2	30%植被	0.86	3.30	0.120	1.9	0.125
3	30%植被	1.28	4.90	0.301	2.5	0.212
4	30%植被	1.09	8.96	0.426	4.9	0.393
1	翻 耕	1.64	37.97	1.330	20.0	1.500
2	翻 耕	1.43	25.20	0.870	11.0	1.150
3	翻 耕	1.33	9.80	0.380	5.0	0.430
4	翻 耕	1.43	15.10	0.530	7.0	0.660

根据库区(包括秭归县)森林植被—土壤系统瘠薄现状,实施生物活篱笆,有计划完善农林复合经营技术,恢复和增加坡地植被覆盖率,保持水土资源是取得多种经济和生态效益的有效途径。

#### 4 结论与建议

(1) >25° 坡地实行退耕还林, 25°~35° 试行生物活篱笆复合农林经营技术措施。在库区秭归县种植以水稻、脐橙、锦橙、板栗和茶桑及中药材为中心配置的生物活篱笆复合农林种植系统, 分流域治理, 乔灌草相结合实行农林业适度规模科学经营, 防止“一刀切”不良倾向。

(2) <25° 平缓坡地, 在地质条件稳定及有石料资源的地方, 可以因地制宜地发展石坎梯田, 考虑到本地消化移民方针, 至少要保证人均 0.07 hm<sup>2</sup> 耕地面积并落实粮食用地面积。

(3) 陡崖、岩面裸露(植被覆盖率<50%)、断层及喀斯特溶蚀现象严重的浅薄较陡坡地和岸坡, 严禁采伐开荒和砍取薪材, 实行封山育林草; 山地丘陵顶脊部位营造水源林和防护林。选择树种有马尾松和刺槐, 高山区选择日本落叶松、华山松、柳杉。

(4) 生物活篱笆防止土壤侵蚀效果。种植 3 a 后植被覆盖 35%, 产沙量为 3.3 g/m<sup>2</sup>, 而人为翻耕没有植被覆盖的产沙量高达 37.97 g/m<sup>2</sup>。有资料<sup>[3]</sup>表明生物活篱笆对淋溶土径流量的控制, 不同间距活篱笆相对径流减少为 9%~27% 或 28%~31%。

(5) 海拔 500 m 以下紫色土区生物活篱笆可采用新银合欢、马桑、桑、紫穗槐、茶。适宜树种还有刺槐、马尾松、黄檀、麻栎、喜树、乌桕、枫香。经济果木林可栽培桃、核桃、枣、柿、油桐、银杏; 水塘边可栽植水竹、白哺鸡竹、芦竹; 石灰岩土壤可选择龙须草、紫穗槐, 适宜树种还有侧柏、柏木、棕榈(见表 7)。

表 7 秭归县坡地土壤适宜条件和适生树种

海拔 (m)	土壤 类型	pH 值	土种名称	坡度	坡位	现有植被	适生树种	生物活篱笆 可采用树种
200~500	紫色土	7.5~8.5	微碱性碱性薄层土 (<40 cm)	25°~35°	丘陵 中上部	刺槐、柏木、黄荆、 黄桫、黄檀、菅草	刺槐、柏木、侧柏、栓皮 栎、乌桕	新银合欢、香根草、 黄荆、紫穗槐
			微碱性碱性中层土 (40~80 cm)	25°~35°	丘陵 中下部	柏木、栎类、枫杨、 黄桫、毛尖桫、白 茅草	脐橙、柏木、桑、刺槐、 桃、枣、喜树、水杉、泡 桐、棕榈	新银合欢、桑、紫穗 槐、木槿、连翘

1) 坡地紫色土养分流失过程和特点的初步研究. 华中农大土化系坡地组. 1994.

## 参 考 文 献

- 1 国际林业论文选编(第八届世界林业大会). 联合国粮食和农业组织, 1978.
- 2 中国科学院南京土壤研究所. 当代复合农林业. 南京: 当代复合农林业编辑部, 1993.
- 3 龚子同. 土壤环境变化. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.
- 4 秭归县志. 中国大百科全书. 北京: 中国大百科全书出版社, 1991.
- 5 姜廷芬. 宜昌地区水土流失及其治理. 湖北水土保持, 1987, (20): 5.
- 6 高尚武, 马文元. 森林能源研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.
- 7 邹玉川. 谈我国耕地情况. 报刊文摘, 1994(867).
- 8 徐孝庆, 胡沐钦. 森林综合效益评价. 北京: 林业出版社, 1992, 25.

## 附: 植物名录

新银合欢	<i>Leucacena leucocephala</i> (Lam) De Wit	马尾松	<i>Pinus massoniana</i> Lamb.
马桑	<i>Coriaria sinica</i> Maxim	喜树	<i>Campototheca acuminata</i> Decne
黄荆	<i>Vitex negundo</i> var <i>heterophylla</i> Mill	油桐	<i>Aleuritus fordii</i> Hemsl.
黄花菜	<i>Hemerocallis minor</i> Mill	桃	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch
香根草	<i>Vetiveria nigritana</i> L.	核桃	<i>Juglans regia</i> L.
刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	枣	<i>Zizyphus jujuba</i> Mill
橙	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	柿	<i>Diospyros kaki</i> L. f.
樟	<i>Cinnamomum camphora</i> Nees et Eberm	银杏	<i>Ginkgo biloba</i> L.
楠	<i>Phoebe nanmu</i> H. -M.	水竹	<i>Phyllostachys heteroclada</i> Oliver
栲	<i>Castanea sclerophylla</i> (Lindl.) Schottky	白哺鸡竹	<i>P. dulcis</i> McClure
栲	<i>Castanopsis fargesii</i> Franch	芦竹	<i>Arundo donax</i> L.
青冈	<i>Cyclobalanopsis glauca</i> (Thunb.) Oerst	棕榈	<i>Trachycarpus fortunei</i> H. Wendl.
木荷	<i>Schima superba</i> Gardn. et Champ	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco.
麻栎	<i>Quercus acutissima</i> Carruth	锥栗	<i>Castanea henryi</i> (Skan) Rehd. et Wils
栲叶槭	<i>Acer negundo</i> L.	板栗	<i>C. mollissima</i> Bl.
漆树	<i>Rhus verniciflua</i> Stokes	杜仲	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv
枫香	<i>Liquidambar formosana</i> Hance	铁坚杉	<i>Keteleeria davidiana</i> (Bertr.) Beissn.
紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	槲木	<i>Alnus cremastogyne</i> Burkill
胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz	白腊	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.
竹叶茅	<i>Oplismereous compositus</i> Arduino	木槿	<i>Hibiscus syriacus</i> L.
构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Vent	楝	<i>Melia azedarach</i> L.
黄檀	<i>Dalbergia hupeana</i> Hance	亮叶桦	<i>Betula luminifera</i> H. Winkl.
白茅	<i>Imperata cylindrica</i> var <i>major</i> Nees	香椿	<i>Toona sinensis</i> (Juss.) Roem.
柏木	<i>Cupressus funebris</i> Endl.	核桃楸	<i>Juglans mandshurica</i> Dode.
乌柏	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	栓皮栎	<i>Quercus variabilis</i> Bl.
黄花蒿	<i>Artemisia annua</i> L.	水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng
桔草	<i>Cymbopogon goeringii</i> L.	泡桐	<i>Paulownia fortunei</i> (Seem) Hemsl.
野蔷薇	<i>Rosa multiflora</i> Thunb	连翘	<i>Forsythia suspensa</i> Vahl.
黄栌	<i>Cotinus coggygria</i> Scop	火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i> (Maxim.) H. L. Li.
箭竹	<i>Sinarundinaria nitida</i> (Mitf) Nakai	荚蒾	<i>Viburnum dilatatum</i> Thunb.
凤尾蕨	<i>Pteris nervosa</i> Thunb.	锦鸡儿	<i>Caragana sinica</i> (Buhoz) Rehd.
草决明	<i>Cassia fora</i> L.	杜鹃	<i>Rhododendron simisii</i> Planch
龙须草	<i>Carex</i> spp.	榿木	<i>Loropetalum chinense</i> (R. Br) Oliv.
茶	<i>Camellia sinensis</i> L.		

## Study on the Slope Vegetation-Soil Environmental Change in Shanxia Reservoir Area and Its Land Utilization

Huang Yulin Zhao Hanzhang Chen Mingshan Qi Yueqing

**Abstract** The slope vegetation succession in Shanxia Reservoir Area has been changed from the subtropical evergreen forest to the natural coppice forest, barren herb slope and plantations. Its forest coverage decreased from 45.5% in 1940 to 21.7% in 1985 and the forests distributed unevenly, shaping like island, speckles and blocks. The deterioration of the slope vegetation led to the unfertile soil characteristics: content of stone particles in the soil is 6%~30%; thickness of soil layer 40~60 cm; texture of soil soft. During the heavy raining season (April~October), soil erosion is serious. Besides, the irrational land exploitation in this area intensified the soil erosion. To bring the change of the slope vegetation and environment under control, the technology of planting bio-living-fence and agroforestry was adopted. The method is using the tree species, which are fast-growing, easy-sprouting and good at fixing N for contour line planting to prevent the slope from further erosion. The plant species selected are: *Robinia pseudoacacia*, *Vitex negundo*, *Coriaria sinica*, *Leucacena leucocephala*, *Amorpha fruticosa*, *Vetiveria nigriflora*, *Carex* spp., arbor, shrub and herb species. 3 years after the cultivation, the forest coverage increased to 35% and the content of mud and sand in the running water from the slope was 3.3 g/m<sup>3</sup>, while that on the land without vegetation was 37.97 g/m<sup>3</sup>.

**Key words** Shanxia Reservoir, bio-living-fence, agroforestry