

黑荆树水土保持林生态、经济效益研究

高传璧 刘永泉

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所) (福建省长汀县河田水土保持试验站)

摘要 在福建长汀县河田地区通过采用高密度、短轮伐期、平茬作业、萌芽更新的方法营造了黑荆树水土保持林,取得明显的生态和经济效益。两年生林分郁闭度为0.9。迳流量减少 $7140\text{ m}^3/\text{ha}$,迳流系数由原来的0.49降低到0.06,泥沙流失量比未治理的坡面减少 $63\text{ t}/\text{ha}$,调节了水土流失试验区的小气候,土壤理化性质有了明显的改善。2.5年生试验林地上部分生物量达 $76\text{ t}/\text{ha}$,净现值达 $2568\text{ 元}/\text{ha}$,效益成本率为2.06。

关键词 黑荆树;水土保持林

福建省长汀县河田地区是全国闻名的水土流失灾区,据1984年统计,水土流失面积约 23.8 万亩,占土地总面积的 44.6% ,其中强度流失 14 万亩,占流失面积的 58.9% 。因水土流失严重,导致生态环境恶劣,植物很难生长,6年生马尾松平均高仅 0.65 m 。

黑荆树(*Acacia mearnsii* De Wild.)生长快,枝叶茂密,树冠大,萌芽力强,水平根系发达,具根瘤,固土、保水力强,并能增加土壤肥力,改良土壤,是理想的水土保持树种。树皮是优质栲胶原料,经济收益高。1980~1982年河田水保站曾进行引种,但因采用常规种植,密度小,在夏季干旱和地表高温的影响下生长不良,枯梢及灼伤严重,以致大量死亡。本研究采用高密度($1000\sim 1500$ 株/亩)、短伐期($2\sim 3$ 年砍伐一次,连续砍伐 $2\sim 3$ 代)、平茬作业、萌芽更新等方法营造了水土保持试验林,现将结果整理如下。

1 试验区自然概况

试验区设在水保站水东坊试验场的丘陵山地,坡度 $20^\circ\sim 25^\circ$ 。属亚热带季风气候,年平均气温 19.2°C ,绝对最低温度 -4.9°C ,年均降雨量 1731 mm ,主要集中在 $4\sim 6$ 月(占 50% 以上)。7~9月较干旱,年均蒸发量 1225 mm ,上半年降雨量大于蒸发量,下半年则相反。年均相对湿度 78% 。土壤为黑云母花岗岩发育的红壤,其组成以石英、钾长石为主,石粒较粗,一般为中—粗粒,风化作用强烈,风化壳一般在 10 m 以上。含沙量高,粗沙粒多,渗透性强,侵蚀严重,土壤十分贫瘠,加之该地区夏季干旱,地表温度极高,常达 65°C 以上,植物很难生长,故采用不同于常规的种植方法。

2 试验材料及研究方法

2.1 黑荆树水保林营造技术

本文于1990年8月2日收到。

2.1.1 种子和育苗 种子来源于一般商品种子。营养砖育苗, 10月中旬播种, 翌年3月中旬造林, 苗龄5个月, 苗高25~35 cm。

2.1.2 整地与施肥 水平带状整地, 沿等高线挖设, 带宽1m, 深30 cm, 带间距2m(挖1m, 留1 m)。造林前施基肥, 每亩施粗垃圾约1000 kg, 磷肥36.5 kg, 猪栏肥375 kg, 硼砂1 kg, 混合施入种植带内地表下20 cm处, 碳铵25 kg施在地表下10~15 cm处。成活后每亩追施尿素5.25 kg。

2.1.3 试验林面积及密度 面积200亩。造林密度分别为2000株/亩和1000株/亩, 平均1500株/亩, 山坡的上部密一些, 下部疏一些。每条水平带内种2行, 呈三角形排列。

2.1.4 造林及平茬时间 1984年3月中旬造林, 1987年3月上旬平茬。

2.2 径流量和土壤侵蚀量的观测及计算^[1~2]

在密度1000株/亩和2000株/亩林内分别设置径流场。坡度21°, 面积 $5\text{ m} \times 24.4\text{ m} \times \cos 21^\circ \approx 100\text{ m}^2$ 。场的下方建立 $5\text{ m} \times 0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ 集流沟和 $1.5\text{ m} \times 1.0\text{ m} \times 0.8\text{ m}$ 积流池。对照为同一坡面相距40 m未治理的荒坡, 坡度20°和25°, 坡长20 m。按自然分水线作梗, 面积分别为118 m²和73 m²。在小区下设 $1.5\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的主池和 $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的副池。主池溢流用簿铁皮制成10个三角形溢流口, 分流1/10流入副池。

1985年5月15日~8月23日每次降雨后(连续降雨不论时间长短均为一次)测定池水深度, 计算径流量。清出泥沙称重(湿推移质重量)。悬移质为取混浊水经沉淀过滤, 烘干求得每m³浊水中泥沙含量。降雨量, 在试验区内设置雨量筒观测。根据测得的径流量、降雨量、推移质和悬移质重量计算径流系数、侵蚀模数。

2.3 林内、外气象因子的观测

在和该站气象哨坡向相同的林内设置百叶箱。用干湿球温度计和最高最低温度计记录林内温度; 在地表0 m处用最高最低温度计记录地表温度。夏季(7月20日~9月20日)每旬观测一次, 冬季(12月下旬)连续观测10天。

2.4 土壤取样及理化性质测定

在三个不同的坡向按上、中、下不同坡位随机设3个样点, 在0~20 cm土层取土样, 每个坡向9个土样混合成一个土样。在种植前、后3个月和20个月分别采样。由福建龙岩地区中心土壤化实验室化验分析。

2.5 生物量及其它特性测定¹⁾

固定样方每年年终进行高、径生长量测定。总生物量按随机抽样方法取10个半径3.26 m的小圆样进行皆伐称重。伐前在样地内每木调查。并对同时种植的刺槐、木荷、马尾松、黑荆四个树种各取3株标准木砍伐称重。根系调查: 在三个不同的坡向各选四株标准木, 按每株占地面积划界, 把根系和土全部挖出筛选, 拣净杂质, 烘干称重。萌芽力: 平茬后在验产样方内调查2、5、8三个样圆内伐桩萌芽数。

结合样地生长量调查, 调查枯梢病发病株数, 求出发病率。

1) 河田水保站黑荆树水土保持林鉴定报告, 1987。

3 结果与分析

3.1 生长特性与生物量

3.1.1 地上部分生物量 经验产,2.5年生试验林平均保留密度1 390株/亩,平均树高4.9 m,胸径3.0 cm,鲜重5 098 kg/亩,其中树皮662.7 kg/亩,树干2 650.9 kg/亩,枝桠1 784.4 kg/亩。2年生黑荆树单株地上部分平均重1.5 kg。是同龄、同条件种植的马尾松、刺槐、木荷的4倍、3.3倍和25倍。

3.1.2 根系分布及生长量 根系主要分布在水平带的松土层内,占总量的70.2%,分布的深度集中在5~25 cm间。带间未整地部分仅5 cm表土层有细根生长。粗细根比为1:4.6。水平带内根量为583 kg/亩,带间247 kg/亩,总根量830 kg/亩。平均单株根系重1.76 kg,是同期造林马尾松的35.5倍。

3.1.3 枯梢病 1985年9月下旬抽样调查990株,发病5株,感病率为0.5%。

3.1.4 萌芽率 3个点145个伐桩调查有137个伐桩萌芽,萌芽率为94.5%

3.2 迳流量和土壤侵蚀量

3.2.1 迳流量 种植后第二年5月调查,林地郁闭度为0.85,水平根系已布满种植带。从5月15日~8月23日共降雨产生迳流13次。各小区迳流量和土壤侵蚀量见表1。可以看出试验林内的迳流系数比对照区明显减小。平均迳流系数由0.49下降到0.06~0.07,最大迳流系数由0.68下降到0.16。以年均降雨量1 700 mm和平均系数计算,未治理坡面每亩年迳流量为555 m³。试验林内每亩年均迳流量仅为79 m³。每亩一年少流失476 m³。经方差分析和 q 值检验呈极显著差异。

3.2.2 土壤侵蚀量 如表1所示在观测期内100 m²面积上试验林比对照少流失泥沙627.21 kg,每亩少流失泥沙4 183.5 kg。经方差分析和 q 值检验达极显著差异。

3.3 林内外气候因子比较

由于林内郁闭和林木的蒸腾作用,降低了风速,减少了太阳辐射,调节了小气候。

3.3.1 大气温度 夏季林内日均温和最高、最低气温比林外低,冬季日均温、最低气温林内高于林外(表2)。一天中,夏季晴天林内比林外气温明显降低,林外日变幅大,林内变幅小;阴、雨天林内外气温相近;冬季早、晚气温,林内高于林外,中午则相近(图1),试验林对气温起着调节作用。

3.3.2 地表温度 夏季林内地表最高温度比林外低11~21.7℃,最低温相近(表2)。一天中林外地表温度日较差可达36.1℃,林内变幅小,日较差最大为17.9℃,可以避免高温对植物的灼伤;冬季林内地表日均温、最高温均比林外低,但最低温比林外高(表2)。由于林内地表温度(图2)、气温变幅比林外小,最低温度比林外高,可以减轻冻害。1986年1月出现了20年未遇的最低温度-4.9℃,持续4天。据19个点2850株的调查,林外(密度222株/亩)受冻率68%,冻害指数0.17;林内受冻率27.4%,冻害指数0.13。

3.3.3 空气相对湿度 冬、夏季林内空气相对湿度均大于林外(图3)。阴雨天差异小,冬季早晨浓雾天林外比林内高。

表1 各处理小区迳流量、泥沙流失量比较

编号	降雨量 (mm)	20°原坡面(118 m ²)			25°原坡面(73 m ²)			试验林内(1000株/亩)			试验林内(2000株/亩)		
		迳流量 (m ³)	迳流 系数	泥沙流失量 (kg/100m ²)	迳流量 (m ³)	迳流 系数	泥沙流失量 (kg/100m ²)	迳流量 (m ³)	迳流 系数	泥沙流失量 (kg/100m ²)	迳流量 (m ³)	迳流 系数	泥沙流失量 (kg/100m ²)
1	61.2	4.90	0.68	30.48	3.00	0.67	28.63	0.51	0.08	2.39	0.56	0.09	2.46
2	19.2	0.15	0.07	0.52	0.17	0.12	0.92	0	0	0	0	0	0
3	175.3	12.50	0.60	99.25	8.50	0.66	167.14	1.05	0.06	4.94	1.13	0.06	4.98
4	75.3	4.50	0.51	24.49	3.80	0.69	35.22	0.60	0.08	2.82	0.68	0.09	3.0
5	19.1	0.90	0.40	17.91	0.53	0.38	26.96	0	0	0	0	0	0
6	81.3	5.80	0.60	77.85	4.00	0.67	109.54	0.90	0.11	4.24	1.13	0.14	4.98
7	158.0	9.50	0.51	57.32	7.50	0.65	76.87	1.02	0.06	4.48	1.17	0.07	5.16
8	17.1	0.15	0.07	0.52	0.12	0.10	0.64	0	0	0	0	0	0
9	31.2	2.50	0.68	17.73	1.70	0.75	30.68	0.41	0.13	1.93	0.44	0.14	1.93
10	75.2	5.00	0.56	79.76	3.30	0.60	99.29	0.75	0.10	3.53	0.90	0.12	3.96
11	76.2	3.70	0.41	88.58	3.80	0.68	122.35	0.90	0.12	4.24	1.20	0.16	5.29
12	32.5	2.50	0.65	13.77	1.80	0.76	23.77	0.23	0.01	1.08	0.45	0.01	1.98
13	133.2	9.20	0.59	35.83	6.80	0.70	49.03	0.68	0.05	3.20	0.84	0.06	3.70
合计	954.8	61.30		544.0	45.02		771.04	7.05		33.17	8.5		37.44
平均	73.45	4.70	0.49	41.85	3.46	0.57	59.31	0.54	0.06	2.55	0.65	0.07	2.88

表2 夏冬季林内、外气温观测对照

(1985年)

观测时间 (月·日)	7·20	7·30	8·10	8·20	8·30	9·10	9·20	12·20	12·21	12·22	12·23	12·24	12·25	12·26	12·27	12·28	12·29
平均气温(℃)	林内 25.1	林内 26.0	林内 27.2	林内 27.1	林内 25.5	林内 26.7	林内 24.2	林内 7.5	林内 7.9	林内 5.3	林内 4.9	林内 6.0	林内 6.1	林内 9.1	林内 11.4	林内 12.8	林内 15.7
林外 25.6	林外 26.5	林外 27.5	林外 27.1	林外 26.4	林外 26.7	林外 24.5	林外 7.0	林外 7.4	林外 5.0	林外 4.8	林外 4.7	林外 6.2	林外 8.5	林外 10.4	林外 12.2	林外 15.9	
最高气温(℃)	林内 32.0	林内 31.5	林内 34.5	林内 30.2	林内 31.5	林内 34.5	林内 28.5	林内 16.0	林内 16.0	林内 10.1	林内 11.5	林内 15.7	林内 18.5	林内 21.0	林内 21.0	林内 23.5	林内 21.5
林外 32.2	林外 33.2	林外 34.6	林外 30.4	林外 32.7	林外 34.1	林外 29.5	林外 16.5	林外 14.9	林外 9.9	林外 12.6	林外 14.3	林外 18.4	林外 20.5	林外 21.0	林外 22.0	林外 21.4	
最低气温(℃)	林内 22.0	林内 22.5	林内 23.2	林内 23.6	林内 21.8	林内 21.4	林内 21.5	林内 0	林内 1.0	林内 2.3	林内 0.2	林内 -3.0	林内 -2.0	林内 0.5	林内 3.5	林内 5.1	林内 8.5
林外 22.3	林外 24.0	林外 23.3	林外 24.2	林外 22.3	林外 21.6	林外 21.6	林外 0.2	林外 0.7	林外 1.9	林外 0.3	林外 -3.8	林外 -2.3	林外 0.3	林外 2.9	林外 4.6	林外 10.6	
地表最高温度(℃)	林内 36.5	林内 34.0	林内 33.0	林内 30.0	林内 40.8	林内 48.5	林内 34.5	林内 14.5	林内 14.9	林内 12.0	林内 12.4	林内 13.5	林内 15.7	林内 17.5	林内 19.0	林内 20.2	林内 21.0
林外 58.2	林外 45.0	林外 44.5	林外 43.5	林外 57.9	林外 51.0	林外 42.2	林外 23.6	林外 22.9	林外 20.7	林外 23.5	林外 26.0	林外 28.3	林外 31.0	林外 31.8	林外 33.7	林外 26.2	
地表最低温度(℃)	林内 16.0	林内 23.4	林内 23.9	林内 23.9	林内 22.9	林内 22.4	林内 22.2	林内 3.1	林内 3.8	林内 3.0	林内 3.1	林内 -0.6	林内 0.8	林内 3.0	林内 5.7	林内 7.1	林内 12.1
林外 23.6	林外 25.0	林外 24.1	林外 24.5	林外 21.8	林外 21.5	林外 21.9	林外 -1.5	林外 0	林外 -1.0	林外 -1.1	林外 -4.8	林外 -4.1	林外 -0.8	林外 1.8	林外 3.2	林外 7.4	

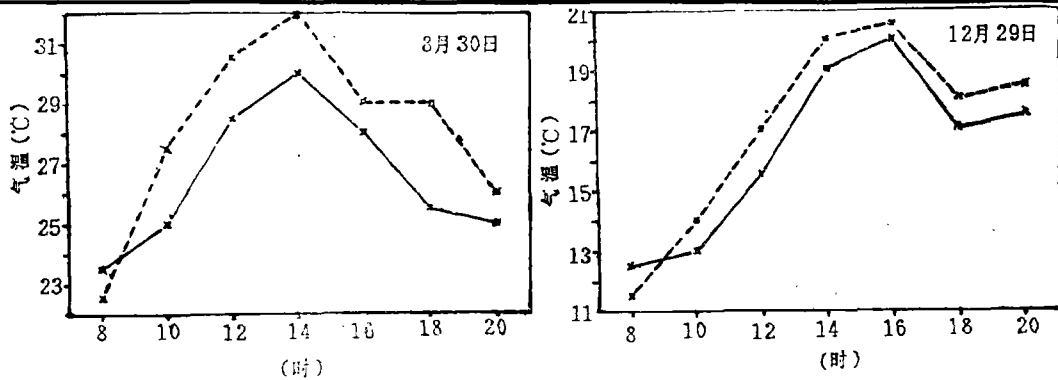


图1 林、内外气温日变化差异林外 ——林内

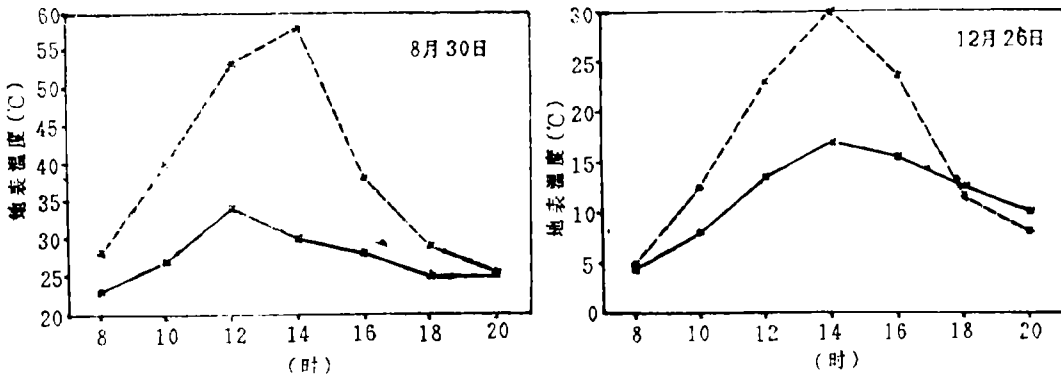


图2 林内外地表温度日变化差异

.....林外 ——林内

3.4 土壤理化性质

由于根瘤菌固N作用、枯枝落叶(种后18个月测定679 kg/亩)及施肥使土壤理化性质得到改善。

3.4.1 土壤养分变化 种植20个月和种植前相比, N素和有机质有较大提高(表3)。种植前全N含量0.0143%, 种植20个月后提高到0.073%, 增值0.058个百分点, 每亩增加31.33kg, 减去施肥和土壤中原含量, 纯增加21.53 kg/亩(与日本福岗林业试验场试验相符)。有机质增加0.014个百分点, P增加0.008个百分点。因种植年限短, 凋落物未分解和植物体内吸收, 土壤中K有所减少, 如

减去施肥量P也有所减少。

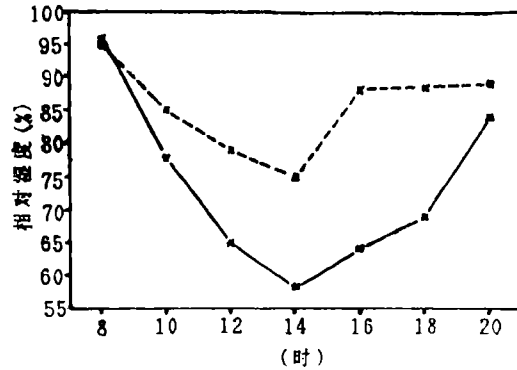


图3 林内外相对湿度日变化

.....林内 ——林外

表3 种植前后土壤养分变化

取样时间	速N (ppm)	速P (ppm)	速K (ppm)	pH	全N (%)	全P (%)	全K (%)	有机质 (%)
种植前	38.7	0.25	81.7	5.5	0.014	0.026	3.90	0.23
种植20个月	115.3	2.7	70.3	5.5	0.073	0.034	1.69	0.37

注: 表内数据为3次样品分析值之平均数。

3.4.2 土壤物理性状的变化 林内外土壤物理性状测定结果见表4。从表4中可以看出林内比林外土壤容重有显著的降低。坚实度减小, 土壤渗透速度大大提高, 有利植物生长。

表4 林内外土壤物理性状比较

取样地点	土壤容重 (g/cm ³)	土壤坚实度 (kg/cm ²)	前30 min平均渗透速度 (mm/min)	稳定渗透时渗透速度 (mm/min)
林内	1.18	2.06	12.07	6.1
林外	1.41	7.98	4.05	1.86

4 经济效益分析

4.1 第一代林经济效益

生产成本按1984年实际支出，每亩营造费114.8元。利率以6%计，轮伐期3年。造林成本 $=114.8 \times (1 + 0.06)^3 = 136.7$ 元。加上管护费3元/亩，砍伐工资22.5元/亩，实际投入162.2元/亩。投入产出比，以2.5年生产量(5 098 kg/亩)计，产品产量按当地正常价，树皮(气干，以下同)600元/t，树干600元/t，枝桠400元/t。总产值为333.4元。净现值=总产值-成本现值 $=333.4 - 162.2 = 171.2$ 元。效益成本率：效益现值 \div 成本现值 $=333.4 \div 162.2 = 2.06$ 。从上可以看出净现值和效益成本率均大于1，效益较高。

4.2 第二代林效益估算¹⁾

据亚林所鉴定材料和水保站小样方测定，第二代林的产量大于第一代，现仍依第一代林产量计。成本现值比第一代林减少整地、苗木、种植费57.65元，肥料基肥部分减去约28.55元，实际节省86.20元，成本现值76.0元。直接收入现值、利率均与第一代相同，伐期2.5年。造林成本 $=76 \times (1 + 0.06)^{2.5} = 87.9$ 。净现值 $=333.4 - 87.9 = 245.5$ 元。效益成本率 $245.5 \div 87.9 = 2.79$ 。第二代效益比第一代更高。

5 结论与建议

(1) 在水土流失严重、生态环境恶劣、马尾松都难生长的河田地区，选用黑荆树并采用高密度、平茬作业的方式营造水土保持林是成功的。其生态、社会、经济效益都很显著。在2年多的时间内绿化了荒山，林分郁闭度达0.9，地上部分生物量5 098 kg/亩。平均迳流系数由0.49下降到0.06，侵蚀量减少6 272.1 t/km²·年。林内小气候、水文状况、土壤理化性质有了较大的改善，生态环境已向良性发展。经济效益也较高，每亩净现值171.20~245.5元，效益成本率2.06~2.79。因效益显著，到1986年底在龙岩地区已推广11 000余亩。

(2) 由于试验区土壤十分贫瘠，要取得好的效果必须集约经营，筑梯带，深翻，施足基肥，还应施一定数量有机肥和N、P、K混合肥。

因试验时间较短和基层条件的限制，有些问题如造林最佳密度、伐期长短、各代保留株数、平茬时间、肥料配比等需进一步试验。

参 考 文 献

- [1] 华东、华中区高等林业院(校)教材编审委员会, 1960, 水土保持学, 中国林业出版社, 59~64, 73~76。
- [2] 哈德逊N·W, 1971(窦葆璋译, 1975年), 土壤保持, 科学出版社, 93~103。

1) 亚林所黑荆树丰产栽培技术鉴定报告, 1988。

*Water and Soil Conservation Stand of Black Wattle
and Its Ecological-Economic Benefit Analysis*

Gao Chuanbi

(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Liu Yongquan

*(Hetian Water and Soil Conservation Station of Changting
County, Fujian Province)*

Abstract Black Wattle (*Acacia mearnsii*) water and soil conservation plantations were established in Hetian, Changting County, Fujian Province with high density, short rotation, stump operation and coppice regeneration. Ecological and economic benefits were achieved obviously. Crown density of two-year-old stand reached 0.9. Run off was reduced by 7 140 m³/ha, and run off coefficient lowered from 0.49 to 0.06. Amount of soil loss was reduced by 63 tons per hectare. Microclimate conditions and chemical and physical properties of the soil were obviously improved in the stands. The 2.5-year-old trial stand produced 76 tons/ha of above-ground biomass and the net income was 2 568.0 yuan/ha, the ratio of benefit/cost was 2.06.

Key words *Acacia mearnsii*; stand of water and soil conservation