

低效防护林改造的保土效益

王 兴 中

(重庆市林业科学研究所·重庆市·400036)

摘 要 通过对华蓥山低效防护林改造试验的效益观测分析得出:低效防护林改造的保土效益明显。实施改造5年后,由4个径流场测得试验林平均土壤侵蚀模数仅 $34.056\text{t}/\text{km}^2$ 。这一数据为合川市平均土壤侵蚀模数的1.39%,减少了 $2417.9\text{t}/\text{km}^2$ 。在试验林丰茂的植被条件下,雨强对土壤侵蚀的影响已从首位上退下来,仅为雨量影响的1/6。

关键词: 低效防护林 改造 保土效益 土壤侵蚀模数

Soil Conservation Effect of Reformed Low Beneficial Protection Forest

Wang Xingzhong

(Chongqing Research Institute of Forestry Science, Chongqing, 400036, P.R.C)

Abstract The effect of a test reformed low beneficial protection forest established on the Huaying mountain has been observed and appraised. The result shows that the soil conservation effect of the forest is obvious. Having been implemented reformation for five years, the mean value of soil erosion modulus by measuring four runoff fields in test forest was merely $34.056\text{t}/\text{km}^2$. The value was 1.39% of the mean soil erosion modulus in Hechuan city. With lush vegetation in test forest, the effect of rain intensity on soil erosion have retreated from the first place, it was merely 1/6 of that of precipitation.

Keywords low beneficial protection forest; reforming; soil conservation effect; soil erosion modulus

全国人大六届会议通过的“七·五”计划明确提出“要积极营造长江中上游水源涵养林和水土保持林”。长江上游防护林体系被纳入“七·五”期重点科技攻关项目,开展了“长江上游水源涵养林水土保持林营造技术研究”。该课题对长江上游防护林作了理论探讨和布局结构研究,提出了长江上游防护林体系建设的配套技术,并应用于1990年启动的长江上游防护林体系建设一期工程中。至今,在各地、市、县已有大面积改造后的防护林。观测评价这些防护林分的保土效益,进而论证改造措施的合理性,无疑具有重要意义,因为保土效益的观测评价,是对这些

防护林分进行生态经济效益评价的一个重要方面

1 研究区概况

1.1 土地资源缺乏,林草地少,耕垦率极高,利用结构很不合理

原重庆市土地资源(幅员面积)人均仅 0.16hm^2 ,为全国人均土地的16%。由于人多地少,导致耕垦率极高,耕地面积占幅员面积的51.13%,大大高于全国耕地面积占国土10.4%的水平。因此,随处可见许多不适合农耕的陡坡地业已开垦为耕地。全市林草地总面积仅占幅员面积的近17%,与一个地区生态良性循环所要求的林草地面积最低指标30%相差很远。

1.2 水土流失十分严重

原重庆市土壤流失面积达 $11\,689.42\text{km}^2$,占幅员面积的50.57%,平均侵蚀模数达 $6\,057.6\text{t}/\text{km}^2$,土壤侵蚀量达 $7\,081.0\text{万 t/a}$,相当于每年流失掉 2.6万 hm^2 耕地的20cm厚的表土层。

1.3 天然植被受人为破坏严重,群落呈现次生演替

原重庆市属于亚热带湿润季风气候区,全年温暖湿润,雨量充沛,四季分明,冬暖夏热,春早秋短,年均气温 18.4°C ,年均降水量 $1\,081.7\text{mm}$ 。气候有利于植物生长发育,植物种类繁多。按植被区划,原重庆市属于亚热带常绿阔叶林地带,典型植被以樟科、山毛榉科、山茶科等树种为主。但由于人为破坏,使应有的天然常绿阔叶林仅存面积约占全市森林面积的13%,取而代之的是马尾松林,面积占近68%。这些马尾松林多为人工营造的纯林,其效益大都较低,应进行改造,宜因势利导,使次生演替顺向进行。

1.4 试验林概况

低效防护林改造试验林设于合川(县级市)华蓥山林场王庙工区,地理位置东经 $106^\circ 37' 30''$,北纬 $30^\circ 07' 15''$,属于江流域,处在华蓥山轴部,为川东褶皱带观音峡背斜,深丘地形,海拔 $400\sim 450\text{m}$;地层为三迭系须家河组;土壤为黄色砂岩发育的冷沙黄壤,土层厚度 $40\sim 60\text{cm}$,土壤容重 $1.47\text{g}/\text{cm}^3$;平均年降水量 $1\,283\text{mm}$,主要集中于5~9月。试验林原为马尾松人工林,1988年改造试验前,树龄20~25年,平均密度 $1\,200\text{株}/\text{hm}^2$,郁闭度0.5,蓄积量 $36.4\text{m}^3/\text{hm}^2$,胸径 9.7cm ,树高 6.41m ,年生长量 $1.46\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。试验林区面蚀、沟蚀、滑坡等地表侵蚀现象普遍且严重。1989年7月1日暴雨造成试验地多处大小冲沟和6处滑坡,水土流失十分严重。

2 研究方法

2.1 试验设置

对“七·五”期设于华蓥山的低效防护林改造试验,按改造方式分别设置样地(共设样地30个),进行立地因子和林分因子的各项调查和测定。

2.2 测定土壤理化性状

测定土壤N、P、K和有机质含量、容重、最大和最小持水量、土壤稳渗系数和初渗速度、土壤机械组成等。

2.3 设置径流场和雨量观测点进行连续观测

观测期为1993年3月下旬至11月中旬。在观测期内,对每次降雨测降雨量并记录历时;对每次产流降雨,分别测各个径流场(4个)集水池水量,并取样烘干测泥沙含量。

3 土壤流失分析

3.1 产沙量与雨量、雨强的关系

利用径流场测得的各次产流降雨(共 32 次)的产沙量平均值 Q_s (t/km^2) 与雨量 r (mm)、雨强 I (mm/h) 进行回归, 得到如下回归式

$$Q_s = 0.05242r + 0.02393I + 0.09788I \quad (1)$$

复相关系数 $R = 0.9592$; 偏相关系数 $R_{SL,r} = 0.9351$; $R_{S,r,I} = 0.4003$

理论分析和实验研究指出, 在无覆盖的地面, 产沙量主要由雨强决定。作者的试验结果, 从偏相关系数看, 雨强对产沙量的影响远小于雨量对产沙量的影响。为进一步比较两者对产沙量的作用大小, 作者求出标准回归系数, 得到 $b'_r = 0.8754$, $b'_I = 0.1449$, 且有 $b'_r / b'_I = 6.04$ 。由于标准回归系数能够直接判断各因子对因变量影响的大小, 故可得出结论: 在试验林条件下, 雨强对产沙量的影响已降到次要地位, 仅为雨量对产沙量影响的 1/6。其原因主要是, 试验林丰茂的植被保护了地面, 使地面避免了雨滴的直接撞击, 从而使土壤流失的第一个环节——击溅作用几乎不能发生。

3.2 土壤侵蚀模数

由于非观测期(11月下旬至3月中旬)降雨量和雨强都很小, 没有产生地表径流, 所以, 侵蚀模数可直接由观测期各次产流降雨的产沙量求和而得。在观测期(1993年3月下旬至11月中旬)内, 共有 3 次产流降雨过程, 于每次降雨过程结束后, 分别对 4 个径流场集水池取水样烘干, 测定泥沙含量。由本试验设置的 4 个径流场观测求得土壤侵蚀模数 (t/km^3) 为 38.795, 28.119, 26.848, 42.462。其差异是由各径流场所在样地不同的植被状况、坡度和土壤等因素造成(见表 1)。平均土壤侵蚀模数为 $34.056t/km^2$ 。

表 1 径流场样地资料与土壤侵蚀模数

径流场样地号	24	26	28	30	全林平均
坡度 ($^\circ$)	30	26	28	36	24
树种组成	杉 樟	10杉	4杉 樟	10杉	松 杉 樟
密度 (株 / hm^2)	4091	2340	4155	3291	2446
郁闭度	0.60	0.51	0.33	0.76	0.58
草本盖度 (%)	98	98	100	92	95.6
灌木盖度 (%)	20	20	10	10	9.6
土层厚度 (cm)	60	68	50	44	50.5
容重 (g/cm^3)	1.442	1.364	1.420	1.374	1.471
最大持水量 (容积%)	45.431	49.137	43.286	41.171	41.654
最小持水量 (容积%)	37.057	39.941	30.097	25.894	33.333
稳渗系数 K_{10} (mm/min)	0.568	0.773	1.316	7.068	1.788
初渗速度 (10min) (mm/min)	7.60	4.50	4.20	16.70	6.552
土壤侵蚀模数 (t/km^2)	38.795	28.119	26.848	42.462	34.056

注: 4 个径流场所在样地均为全砍重造类型, 1988 年造林。表内数据为 1993 年测定之平均值。

3.3 通用土壤流失方程式

通用土壤流失方程式于 1965 年由美国土壤保持局提出并得到广泛应用。又于 197 年经威斯奇迈尔根据 8 000 个试验小区资料进行修改。根据西北林学院防护林教研室编写的教材《水土保持原理与规划》(以下简称教材), 目前通用土壤流失方程式的形式如下。

$$A = RKLSCP \quad (2)$$

式中: A ——土壤流失量 (t/hm^2); R ——降雨侵蚀力指标; K ——土壤可蚀性指标;
 L ——坡长因子; S ——坡度因子; C ——作物经营因子; P ——土壤保持因子。

要应用通用土壤流失方程式估计土壤流失量, 必须确定方程式中各因子之值。

3.3.1 确定 R 值 作者应用威斯奇迈尔给出的经验公式确定全年 R 值 其经验公式为

$$R = 1.735 \sum_{i=1}^{12} 10^{1.5 \frac{r_i^2}{r} - 0.8188} \quad (3)$$

式中: r ——全年降雨量 (mm); r_i ——各月降雨量 (mm)

利用观测资料统计观测期 (3月下旬至 1月中旬) 内各月降雨量; 对非观测期 (1月下旬至 3月中旬), 则利用地面气候资料中历年各月逐旬平均降雨量资料进行统计。经统计得到试验点 1993 年各月降雨量如表 2

把表 2 中各月降雨量和全年降雨量代入 (3) 式, 计算得 $R = 189.66 \approx 190$

表 2 试验点 1993 年各月降雨量

mm

月 份	1	2	3	4	5	6	
降雨量	21.1	22.1	30.8	77.19	105.7	190.35	
月	7	8	9	10	11	12	全年合计
降雨量	165.77	198.87	186.25	182.6	172.0	25.3	1324.03

3.3.2 确定 K 值 应用教材中确定 K 值的图查定。查定 K 值时需要的基础数据由试验观测资料得出

土壤颗粒组成。由测定资料按教材中要求整理得到: 粉砂+ 细砂 (0.02~ 0.10mm) 为 65%; 砂粒 (0.10~ 2.0mm) 为 25%

土壤有机质。1993 年在试验林采土样 12 个 (上层、下层各 6 个), 测得有机质含量平均值为 18.898g/kg% \approx 20g/kg

土壤结构。试验林各样地土壤多为“中等粒状”结构

土壤渗透性。测得试验林地土壤稳渗系数 (16 个样品, 测定数据都折算为 10°C 时的稳渗系数) 平均值为 1.788mm/min 按教材中分级标准, 属于“中快”级。

利用上述资料, 按教材中给出的 K 值查定图和查图方法, 查得 $K = 0.41$

3.3.3 确定 LS 值 L 和 S 常结合为 LS 因子使用。由于径流场修筑, 其坡长被限制为 $L_i =$

$$\frac{20m}{\cos \alpha_i}, \text{ 其中, } \alpha_i = 30^\circ, 26^\circ, 28^\circ, 36^\circ \text{ 于是, 平均坡长: } L = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \frac{20m}{\cos \alpha_i} = 23.18m$$

$$\text{平均坡度 (按要求用 \% 或小数表示): } S = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \text{tg} \alpha_i = 0.58$$

由于坡度超过 20%, 不能直接查教材中给出的坡长坡度效应图。求 LS 需按经验公式

$$LS = \frac{L}{100} (0.76 + 0.53 S + 0.76 S^2) \quad (4)$$

把 L 和 S 之值代入上式, 求得 $LS = 0.637$

3.3.4 确定 C 值 利用教材中林草地不同覆盖度的比例 C 值表, 根据试验林的林草覆盖率, 取比例 C 值为 0.005, 于是求得

$$C = 0.005 \times 100 \times R \times 10^{-4} = 0.0095$$

3.3.5 确定 P 值 教材中有等高种植和等高带状种植的 P 值表, 但只列出地面坡度小于 25% 的部分。试验林地坡度比 25% 大, 作者只能参考这个表, 并注意到 P 值变化范围在 0.25~

1.0 之间,适当地取 $P = 0.7$

以上各因子确定之后,把各因子之值代入式(2),即可估算出试验林土壤流失量为

$$A = 190 \times 0.4 \times 0.63 \times 0.0095 \times 0.7 = 0.33 (\text{t}/\text{hm}^2), \text{折算为 } A = 33 \text{t}/\text{km}^2$$

由此可见,应用通用土壤流失方程式估算的试验林地土壤侵蚀模数与试验实际测得的土壤侵蚀模数差异很小,这不是巧合,而是两种方法对同一具体事物的描述应有相同的结果,是由事物本身的性质而决定的。同时也说明两种方法的科学性和具有相当的精确性。

3.4 保土效益

3.4.1 比较标准 作者采用原重庆市水土流失调查报告中合川市的平均土壤侵蚀模数作为比较标准。该报告中的数据是利用卫片解译技术,结合水文地质图、各区县植被图和森林分布图等资料进行判读,并经野外调查和样方验证的。因此,可以认为该报告中数据是比较准确而可信的。需要说明的有两点:一是平均土壤侵蚀模数是土壤流失总量与幅员面积之比,其面积包括了不产生土壤流失量的水域、房屋和道路等;二是所取合川市的平均土壤侵蚀模数,系按各侵蚀强度级别土壤侵蚀模数之下限值计算而得,若按各级之均值计算,应为 $3\,327 \text{t}/\text{km}^2$ 。

3.4.2 土壤侵蚀比较 把试验林测得的土壤侵蚀模数与合川市平均土壤侵蚀模数进行比较于表 3 由此见到,防护林改造试验的土壤侵蚀模数仅为合川市平均土壤侵蚀模数

表 3 土壤侵蚀模数比较

范 围	侵蚀模数 (t/km^2)	增减值 (t/km^2)	增减 (%)
试验林	34.056	- 2418	- 98.61
合川市	2452	-	-

的 1.39%,减少 98.61%。说明低效防护林改造的保土效益很高。

3.5 保肥效益

保肥效益可用减少的土壤流失量所含营养元素含量来表示。对于土壤中营养元素含量百分率,作者取试验林地测定平均值和四川省黄壤测定的平均值。经计算,把减少土壤流失量中所含营养元素量及其相当的化肥量列于表 4

表 4 保肥效益

来 源	土壤营养元素含量 (%)			流失减少量 (t/km^2)			折标准化肥量 (t/km^2)		
	全 N	全 P	全 K	全 N	全 P	全 K	硫酸铵	过磷酸钙	硫酸钾
试验林	0.0874	0.0524	-	2.192	1.314	-	10.44	7.30	-
四川黄壤	0.08	0.088	0.6	2.006	2.207	15.05	9.55	12.26	28.94

注:全钾含量因重庆市林科所设备坏而未测。标准化肥折算率:硫酸铵含 N 率为 21%;过磷酸钙肥料含 P_2O_5 约 12%~18%,取高品位为 18%;硫酸钾肥料产品含 K_2O 约 50%~52%,取 52%。

由表 4 可见,单从随土壤流失的营养元素减少量来看,低效防护林改造就具有很高的经济效益,且不说随水流失的土壤溶液中的有效养分,更不说保持土壤能够提高的生产潜力。

参 考 文 献

- 1 马良清.重庆地区的森林和空气污染对森林的影响.四川林业科技,1993,14(3):40~50
- 2 [美]Hanks R J, Ashcroft G L.杨诗秀等译.应用土壤物理.北京:水利电力出版社,1984.
- 3 杨玉.长江上游(川江)防护林研究.北京:科学出版社,1993.
- 4 马尼学,叶镇国.水文学.北京:建工出版社,1989.