

蒙坝河小流域综合治理及水保效益研究

夏焕柏 徐海

(贵州省林业勘察设计院·贵阳市·550003)

摘要 蒙坝河小流域位于贵州省织金县南部,地处乌江主要源头——三岔河的上游。1986年“七五”国家重点科技攻关项目《乌江上游砂页岩山地水保林、水源林营造技术研究及小流域综合治理试验示范区的建立》专题开始在该小流域开展定点研究,规划实施了各种综合治理措施,包括生物措施(人工造林、封山育林等)及谷坊等工程措施,并分层次布设观测点对其效益进行了评价。

关键词: 综合治理 水文效益 水土保持效益

An Evaluation on Soil and Water Conservation Effect of Comprehensive Administration Practice in Mengba River Watershed

Xia Huanbai Xu Hai

(Guizhou Forestry Exploration and Design Institute, Guiyang 550003, PRC)

Abstract Mengba river watershed is located in the south of Zhijin county, Guizhou province, the upper reaches of Sancha river, a main upper tributary of Wujiang river source. Since 1986, various comprehensive administration measures, including biological ones such as afforestation and closing hillsides to facilitate afforestation and engineering works such as vally dams in the watershed have been designed and implemented. And observations in a hierarchical way to evaluate the effect on hydrologic processes and soil and water conservation have been carried out.

Keywords: comprehensive administration; hydrologic effect; soil and water conservation effect

1 自然概况

蒙坝河小流域位于亚热带季风气候带,海拔1400~1700m,最低海拔1223m,最高海拔1956m。地理位置为26°28'32"~26°33'38"N,105°46'00"~105°50'13"E,年平均气温14.1℃,≥10℃的积温3963℃,年平均日照时数为1108h,年降雨量1440mm,多集中在4~9,占全年降雨量的82%,无霜期267d,主要灾害性气候有雨淞、冰雹、干旱等。

小流域地层主要由二迭系的玄武岩,含煤砂页岩,石灰岩及少量的石英砂岩构成。地带性

土壤主要是发育在玄武岩、含煤砂页岩和石英砂岩上的铁质、硅铝质和硅质黄壤。

2 研究方法及观测点的布设

考虑到小流域面积较大(39.58km²),不可控制的非试验因素较多,在小流域内选择封闭性较好、具有一定代表性的小集水区——苦来沟集水区,修建测流堰研究小溪径流及输沙与森林覆盖率、水土保持工程措施(谷坊)的关系,设置不同植被类型和主要试验林的地表径流场,分析评价不同用地和经营措施的水土流失状况和水土保持功能,系统地评价综合治理的水文效应和水土保持效益。

3 研究结果分析

3.1 综合治理对小集水区径流和产沙特征的影响

苦来沟集水区位于流域中部,汇水面积1.68km²,其形状系数和不对称系数分别为0.46和0.162,平均坡度为33°,集水区呈扇形,汇水集中,左、右两岸面积相差不大,极易在降大雨的情况下产生洪峰。从各地类面积一览表看出,集水区森林覆盖率虽为29.4%,但垦殖率更高,达51.6%,且多分布于陡坡上,易导致严重的水土流失。

表1 苦来沟集水区各类土地面积

地 类	合计	旱地	裸岩	村寨	有林地	疏林地	灌丛	灌木林	未成林地	荒山	半石山
面积(hm ²)	168	86.81	0.65	0.24	10.17	4.88	5.53	39.08	13.30	3.84	3.5
%	100	51.6	0.4	0.1	6.1	2.9	3.3	23.3	7.9	2.3	2.1

集水区出露的岩石,主要是二迭系的玄武岩,下层是石灰岩。上层玄武岩被严重剥蚀后,在海拔高的地方有石灰岩出露。玄武岩风化崩解迅速,土壤石砾含量高,结构差,尤其在垦殖率高的情况下,蓄水保土功能低下。

开展小流域综合治理后,森林覆盖率提高到37.3%,并在集水区出口处修筑了谷坊。我们选择了降雨量基本相同的两个年度(治理前的1989年和治理后的1993年)来评价综合治理的减沙效益。从表2看出,综合治理措施(人工造林、封山育林及谷坊)未对年径流总量产生显著的影响,但由于植被和工程措施的双重过滤作用,集水区的悬移质输沙模数减少了31.27t/(km²·a)降低了44.7%。

3.2 不同植被类型的水土保持功能评价

3.2.1 各类型植被枯枝落叶最大持水量测定

表2 综合治理前后悬移质输沙模数对比

时 期	年 份 (年)	降雨量 (mm)	径流量 (mm)	径流 系数	悬移质输沙模数	
					t/(km ² ·a)	治理后变化(%)
治理前	1989	1102.1	83.7	0.076	69.91	
治理后	1993	1051.9	83.7	0.080	38.54	-44.7

表3反映出,竹林枯枝落叶的最大持水量最大(24.1t/hm²),其次依次为草甸、十齿花山矾常绿灌丛、常绿阔叶林、中华旌节花常绿灌丛,而这几类蓄水能力强的植被多分布在小流域的源头,因此,加强封山育林育草,保护好现有植被,严禁毁林(草)和铲草皮烧灰积肥,从而使植被得到保护,枯枝落叶层不断加厚,不仅可以充分发挥现有的自然植被的水源涵养功能,更重

要的是可为营造水源涵养林提供天然模型。

3.2.2 不同地类土壤主要水分物理性质测定 由表 4 看出,林地土壤孔隙多,土壤疏松,渗透系数高,贮水能力大,因此其蓄水保土功能优于其它地类。

表 3 各类型植被枯枝落叶最大持水量

类 型	优势植物	覆 盖 度 (%)	平 均 高 (m)	枯 落 物 厚 度 (cm)	枯落物重(kg/m ²)			枯落物 最大持水量	
					湿 重	干 重	最大 湿重	(t/hm ²)	(mm)
常绿灌丛	中华旌节花	85	3.5	3.5	1.2	0.85	2.37	15.2	1.52
常绿灌丛	十齿花山矾	90	3.0	5.0	1.3	1.02	2.75	17.3	1.73
草甸	矮草	80	0.35	3.0	1.65	0.77	2.6	18.3	1.83
常绿阔叶林	樟栲林	70	20	5.0	2.87	1.7	3.35	16.5	1.65
落叶阔叶林	锥栗林	70	2.5	5.0	1.00	0.62	1.6	9.8	0.98
竹林	矮竹	95	2.5	5.0	1.72	0.89	3.30	24.1	2.41
桦木林	桦木杜鹃白栎	95	2.5	3.0	0.8	0.29	0.71	5.1	0.51
桦木—杜鹃	桦木杜鹃	60	4.0	1.0	0.45	0.32	0.78	4.6	0.46
小果南烛白栎	小果南烛白栎	85	0.3	1.0	0.75	0.20	0.41	2.1	0.21
桦木林	桦木	40	3.5	3.0	0.65	0.29	0.78	4.9	0.49

表 4 不同地类土壤主要水分物理性质

类 型	分 层 厚 度 (cm)	土 壤 容 重 (g/cm ³)	总 孔 隙 度 (%)	毛 管 孔 隙 度 (%)	田 间 持 水 量 (%)	最 大 持 水 量 (%)	贮 水 能 力 (mm)	渗 透 系 数	通 气 度 (%)	排 水 力 (%)
杉木林	A~20	0.84	60	51	44.2	71.7	79	3.69	20.5	27.5
	B~45	0.83	70	48.5	39.8	83.4	73	13.0	33.8	43.6
常 绿 阔叶林	A~25	0.38	52	46	43.6	65	69	7.65	17.5	24.9
	B~60	0.73	54	38.5	44.6	74.4	79	7.73	19.5	29.8
桦木幼林	A 层	0.91	52	50	49.6	57.3	62	19.1	41	7.72
	B 层	0.88	51	50	50.9	57.7	88	5.63	41	—
桦木幼林	A 层	0.87	72	45	29.8	82.6	62	26.4	41	62.8
	B 层	0.95	70	44	24.2	73.5	58	19.2	41	49.5
灌木林	0~20	0.47	83	55	87.2	174	82	8.23	42	87.2
	20~60	0.62	74	64	85.5	119	112	6.91	18	33.9
灌 丛	A~20	0.31	76	56	46.0	67.5	63	15.1	20	21.5
未成林地	A~25	0.80	75	45.5	36.0	95.7	61	14.0	45.5	59.7
	25~50	0.75	67	48	50.9	89.7	84	14.8	25	38.8
坡 土	0~20	1.01	54	43	30.8	56.9	64	7.0	22.2	28.8

3.2.3 不同植被条件下(地类)的土壤流失比较 用径流场 32 次降雨观测资料,分析不同植被条件下(地类)的水土流失状况。从表 5 看出,尽管观测期间内各地类的产流量无显著差异,由于植被对表层土壤的保护,使其免受雨滴的直接溅击,各类自然植被都不同程度地起到了保持水土的作用。与自然梯土相比,天然草坡的保土效益可达 75.4%,而具有复层结构的桦木幼林对表层土壤更具有保护功能,保土效益高达 97.5%,从而表明对于控制陡坡耕地的水土流失,退耕还林是非常有效的手段,也表明在造林的同时保灌留草,强化立体配置,最大限度减少对土壤的扰动,对于营造高效的水土保持林是非常必要的。

3.3 不同试验林的水土保持效益分析

在苦来沟和革娘坝营造各类试验林,通过前后两个观测期的水土流失观测对比,分析不同试验林

表 5 不同植被条件下(地类)的水土流失对比

植被条件 (地类)	坡 度 (°)	覆 盖 度 (%)	降 雨 量 (mm)	径 流 量 (mm)	径 流 系 数	单位降雨量土壤侵蚀模数	
						kg/(km ² .mm)	与自然梯 土比(%)
桦木幼林	41	乔 20 灌 30 草 95	1 163.9	103.6	0.089	18.954	2.5
灌 丛	34	灌 70 草 50	1 157.9	106.6	0.092	26.678	3.5
草 坡	22	85	1 157.9	110.1	0.095	184.627	24.6
自然梯土	22	—	—1157.9	133.9	0.116	751.827	100

的水土保持效益。从表 6 看出,试验林营造以后,经过几年的生长,林木根系进一步深入土层,林下灌草渐趋繁茂,表土所承受的雨滴直接溅击作用逐渐减弱,渗透能力逐渐增强,保持水土的功能都不同程度地提高了,表现为单位降雨量的土壤侵蚀模数下降了,退耕地试验林的减沙效益尤为显著。退耕地试验林营造初期,由于树苗尚不能对表土产生保护作用,反而因造林扰动了表土。因此,土壤的流失形式以推移质为主,随着幼林的成长,其保土功能逐步得以发挥,不仅土壤侵蚀模数降低了,其中推移质所占比重也逐渐降低,变为以悬移质为主,革娘坝灌丛地上保灌留草营造的试验林土壤流失以悬移质为主也充分表明了这种趋势。对照灌丛后期悬移质土壤侵蚀模数比前期降低了 69.1%,比各试验林同期的下降幅度还大,说明对灌丛地采取合理的封育措施,也能有效地控制水土流失。

表 6 试验林前后两个观测期(营造初期与造林 3~4 年后)水土流失对比

径名 流 场 称	编 号	试 验 树 种	观 测 期 (年/月)	降 雨 量 (mm)	径 流 量 (mm)	径 流 系 数	单位降雨量土壤 侵蚀模数 kg/(km ² .mm)			悬 推 比	土 壤 侵 蚀 模 数 与 对 照 比 (%)	前 后 土 壤 侵 蚀 模 数 变 化 (%)
							悬移质	推移质	合计			
退对 耕比 地径 试流 验场 林	1	杉木	1989 10~1990 09	1116.3	58.63	0.053	78.250	396.86	475.11	1:5.1	56.8	-33.1
			1993 05~1993 08	717.6	30.56	0.043	56.034	261.98	318.02	1:4.7	—	—
	2	柳杉	1989 10~1990 09	1116.3	36.15	0.032	62.459	912.05	974.51	1:14.6	116.5	-73.5
			1993 05~1993 08	717.6	28.85	0.040	73.147	185.34	258.49	1:2.5	—	—
	3	沙兰杨	1989 10~1990 09	1116.3	137.27	0.123	132.18	759.76	927.94	1:6.0	111.0	-80.3
			1993 05~1993 08	717.6	28.06	0.039	73.145	110.09	183.23	1:1.5	—	—
	4	退耕地 (对照)	1989 10~1990 09	1116.3	121.38	0.109	106.71	729.60	836.31	1:6.8	100	-72.6*
			1992 04~1992 07	755.3	41.07	0.039	29.204	—	—	—	—	—
灌对 丛比 地径 保流 灌场 试 验 林	1	刺槐	1990 03~1990 09	1014.9	32.77	0.032	64.390	78.136	142.53	1:1.2	69.0	-38.2*
			1993 04~1993 07	446.1	25.82	0.058	39.805	—	—	—	—	—
	2	沙兰杨	1990 03~1990 09	1014.9	34.06	0.034	62.750	37.337	100.09	1:0.6	48.4	-5.2*
			1993 04~1993 07	446.1	40.49	0.091	59.516	—	—	—	—	—
	3	杉 3 杨	1990 03~1990 09	1014.9	36.41	0.036	63.601	38.491	102.09	1:0.6	49.4	0*
			1993 04~1993 07	446.1	38.92	0.087	63.934	—	—	—	—	—
	4	华山松	1990 03~1990 09	1014.9	26.08	0.026	48.691	42.316	91.007	1:0.9	44.1	-5.5*
			1993 03~1990 09	446.1	35.79	0.080	46.010	—	—	—	—	—
	5	杉木	1990 03~1990 09	1014.9	43.24	0.043	95.303	70.608	165.91	1:0.7	80.3	-10.1*
			1993 04~1993 07	446.1	37.83	0.085	57.066	—	—	—	—	—
	6	灌丛 (对照)	1990 03~1990 09	1014.9	41.85	0.041	110.75	95.834	206.95	1:0.9	100	-69.1*
			1993 04~1993 07	446.1	26.05	0.058	37.220	—	—	—	—	—

注: * 悬移质土壤侵蚀模数的变化

5 治理效益分析

综上所述,三眼峪沟流域泥石流综合治理

工程包括拦挡坝13座,停淤场一个,排导沟1 234m,防冲槛24道,水土保持林和经济林166.67 hm²,整个工程总投资929.59万元,计划3年时间完成(1997—1999年)。工程实施后,将产生巨大的减灾效益、经济效益和生态效益。

5.1 减灾效益

工程完成后,将基本解除50年一遇泥石流对县城的危害,有效地保护城区泥石流危险区内1.49万居民和83家企事业单位,1.38亿元资产以及城北10个行政村和85.47hm²农田的安全,同时也保障了引水工程、灌溉设施,公路桥梁以及电力通讯等设施的正常运行,每年减少灾害损失约200万元,减灾效益按50年计,则投入与减灾效益比为1:26,效益十分显著。

5.2 经济效益

治理后可新增林木166.67hm²,以每hm²3 555元计,年收入达59.25万元,治理后在沟内的淤积平台上可开发出水浇地33.33hm²,按每hm²产量7 500kg计,年收入达40万元,按每年清淤15 000m³计,则每年可节约排导沟清淤费15万元。以上三项合计114.25万元,加上每年减灾效益200万元,则年效益达314.5万元,工程完成后3年可收回全部投资。

5.3 拦沙效益

13座拦挡坝和停淤场共拦蓄泥沙40.46万m³,相当于年输沙量(11.5万m³)的3.5倍,即工程建成后4年库容才能淤满,此间泥沙不出沟。库容淤满后,沟岸坍塌和部分滑坡趋于稳定,固体物质补给量减少一半,发生泥石流的频率和规模将大大减少。主沟泥石流容重由1.7t/m³降为1.35t/m³,变成挟沙洪水;50年一遇泥石流流量由203m³/s降为148.3m³/s,约为20年一遇;50年一遇泥石流冲出量由10.61万m³降为6.95万m³,减少3.66万m³。

5.4 生态效益

综合治理工程实施后,将使三眼峪泥石流的治理程度达到75%,每年从流域进入白龙江的泥沙可减少5.8万m³,流域内的不良地质现象和生态环境恶化将得到遏制。

(上接第11页)

4 结 论

- (1)提高森林覆盖率和实施水土保持工程(谷坊)可降低小集水区的输沙模数;
- (2)封山育林,保护好现有自然植被,不仅可充分发挥其水源涵养功能,更重要的是还可为营造高效的水源涵养林、水土保持林提供自然模型;
- (3)林地的蓄水保土功能优于其它地类;
- (4)退耕还林是控制坡耕地水土流失的有效手段;
- (5)保灌留草对营造高效的水土保持林是十分必要的;
- (6)耕地的水土流失以推移质为主,造林能够逐步降低水土流失,并使流失形式逐渐变为以悬移质为主。