

滇东南岩溶地区两种地类的水土流失比较

陈 强¹, 常恩福¹, 毕 波¹, 李品荣¹, 尹艾萍¹, 刘永国², 李玉文²

(1. 云南省林业科学院, 昆明 650204; 2. 文山州林科所, 云南 文山 666300)

摘 要:对西畴岩溶地区坡耕地和封山育林地水土流失测定结果表明:降雨多少和降雨强度对径流影响较大,一般降雨量多的年份或月份,产生的径流量和泥沙流失量也较多。坡耕地水土流失情况较为严重,平均每年产生径流 170.06 t/hm²,土壤侵蚀模数为 162 t/(km²·a)。封山育林植被恢复后,增加了盖度,减少了土地的裸露,植株对降雨有效截留,有效防止了水土流失,径流量比坡耕地减少了 37.30%,土壤侵蚀模数为 39 t/(km²·a),泥沙的流失量减少 75.78%,且呈逐年减少的趋势。封山育林后流失的土壤养分也得到控制,固体养分流失量,分别比坡耕地减少有机质 51.79%、全氮 70.82%、全磷 38.85%、全钾 75.36%、速效氮 72.10%、速效磷 10.75%、速效钾 70.21%,液体养分流失量,分别比坡耕地减少氮 34.55%、磷 23.16%、钾 61.31%。封山育林由于有植被的保护,枯枝落叶及微生物对土壤的改良和营养补充,使大多数营养成分有所提高,而坡耕地的土壤营养成分在下降。

关键词:岩溶; 坡耕地; 封山育林; 水土保持

中图分类号:S157

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)01-0281-03

Comparison Between Two Lands of Water and Soil Conservation in Southeastern Yunnan

CHEN Qiang¹, CHANG En-fu¹, BI Bo¹, LI Pin-rong¹,

YIN Ai-ping¹, LIU Yong-guo², LI Yu-wen²

(1. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, China; 2. Forestry Institute of Wenshan, Yunnan 666300, China)

Abstract: The loss of water and soil on slope plowland and enclosure land of the hillside for regeneration in karst areas of Xichou were analyzed, the result shows that the runoff is influenced by the quantity and intensity of rainfall. The quantity of runoff and loss of soil and sand will be produced more when it is more rain. The runoff is 170.06 t/(hm²·a), the modulus of soil eroded is 162 t/(km²·a). After enclosing land of the hillside for regeneration, forest canopy is increased and bare land is reduced. Trees can effectively withhold rain and prevent loss of water and soil. Compared with slope plowland, the runoff and loss of soil and sand can be reduced 37.3%, 75.78%, the modulus of soil eroded is 39 t/(km²·a). It gets less and less year after year. The loss of solid nutrients of soil is reduced as follow: the organic matter 51.79%, total nitrogen 70.82%, total phosphor 38.85%, total potassium 75.36%, quick effective nitrogen 72.10%, quick effective phosphor 10.75% and quick effective potassium 70.21%. The loss of liquid nutrients of soil is dropped down as follow: nitrogen 34.55%, phosphor 23.16%, potassium 61.31%. When the vegetation has been restored, it is not only reduced loss of nutrient, water and soil, but also increased the nutrient of soil because dead stick and leaves were broken down by microbes. The nutrient of slope plowland is declining at the same time.

Key words: karst slope plowland; enclosure land of the hillside for regeneration; water and soil conservation

岩溶地区由于人口密度高,资源缺乏,在巨大的压力下,时常发生毁林开荒现象,导致严重的水土流失^[1],而石灰岩的成土速度非常慢,形成 1 cm 厚的土层,需要约 4 000 年时间^[2],宝贵土壤的流失,产生了石漠化现象。对坡耕地和封山育林的水土流失状况进行研究,可以为该区的生态治理提供科学依据。

1 研究区概况与试验方法

试验区位于云南省东南部西畴县法斗乡芭蕉冲,西畴县的岩溶面积占土地总面积的 72.3%,是典型的岩溶山区,该区属亚热带湿润季风气候,总的气候特点是“冬无严寒,夏无酷暑,干湿分明,冬春旱、夏季涝,全年多雾”。年平均温度

14.8~17.6℃,无霜期 350~360 d,年降雨量 1 076~1 615 mm,日照时数 1 500~1 600 h,最热月平均温度 19.6~22.3℃,极端最低温-4.3℃,空气相对湿度 82%。

为了研究滇东南岩溶山区坡耕地水土流失状况及封山育林的水土保持效果,2001 年底,分别在坡耕地与封山育林区设置径流观测场^[3],规格为 5 m×10 m,面积为 50 m²,同时在旁边设置 1 个雨量观测站。坡耕地径流场为玉米种植地,坡度 18°,石灰岩裸露面积占 10%,土壤为黄色石灰土,植被主要有鬼针草(*Bidens bipinnata*)、苦蒿(*Conyza blinii*)、荩草(*Artheaxon hispidus*)等。封山育林径流场坡度 28°,石灰岩裸露面积占 78%,但被灌木和草本植物遮盖,植被盖度 0.7。土壤为黑色石灰土,植被主要有剥皮木(*Leptoder mis pilosa*)、小

* 收稿日期:2006-04-11

基金项目:云南省“十五”科技攻关项目“滇东南岩溶地区石漠化综合治理试验示范”的研究内容之一

作者简介:陈强(1963-),男,云南昭通人,研究员,主要从事岩溶地区生态环境治理、林木遗传育种和森林资源培育方面的研究。

莱木(*Cornus paucinervis*)、绣线菊(*Spiraea japonica*)、青蒿柴(*Tirpitzia sinensis*)、沙针(*Osyris wightinna*)、肾蕨(*Nephrolepis cordiolia*)、光素馨(*Jasminum subhumile*)等。

自 2002 年元月开始观测,雨量观测用自记雨量计测定,记录每天的降雨量、降雨历时及降雨强度(30 min 雨强)。径流场在有降雨时每天下午测定 1 次径流量,在接流池中将淤泥和水搅均后,取浑水样 600 ml 每年 3~ 5 次,测定水中的氮、磷、钾及泥沙含量,每年收集径流中的淤泥,测定淤泥的全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾及有机质含量。分别于 2002 年和 2005 年对试地的植被种类及多有度进行调查,由于岩溶地区土壤分布不连续、土层厚薄不均,故只取表土层进行土壤养分测定。

2 结果与分析

2.1 植被变化情况

通过 3 年的封山育林,植被盖度由 2002 年的 70% 增加到 85%,植物种类变化不大,最显著的变化是植被破坏后恢复早期的以青蒿柴、剥皮木等占优势的石灰岩灌丛变少,而乔木类的圆叶乌桕、小漆树等增多(见表 1),说明群落由灌木群落在向乔灌群落演变。而坡耕地因每年种植玉米时都进行全垦和中耕除草,故没有变化。

2.2 降雨及径流在不同月份的变化

随不同时间降雨的多少,径流量也差异巨大(见表 2),在一年中,1~ 5 月和 9~ 12 月降雨较少,产生的径流量也较少,或不产生径流,其中有时 4 月、5 月、9 月和 10 月也会产

生> 100 mm 的降雨,而 1 月、2 月和 11 月的降雨是最少的,均在 40 mm 以下;6~ 8 月降雨较多,产生的径流也较多,其降雨和径流都占当年的大部分。

表 1 封山育林径流小区的植被变化情况

植 物 名 称	拉丁学名	多 有 度		植 物 名 称	拉 丁 学 名	多 有 度	
		2002 年	2005 年			2002 年	2005 年
青蒿柴	<i>Tirpitzia sinensis</i>	4.4	2.2	铁线莲	<i>Clematis florida</i>	1.1	+
绣线菊	<i>Spiraea japonica</i>	3.3	3.3	吴茱萸	<i>Evodia firochotoma</i>	+	1.1
剥皮木	<i>Leptodermis pilosa</i>	2.2	1.1	香叶树	<i>Lindera communis</i>	+	1.1
小莱木	<i>Cornus paucinervis</i>	2.2	2.2	盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	+	+
沙 针	<i>Osyris wightiana</i>	2.2	2.2	密桐花	<i>Spiraea martinii</i>	+	1.1
滇丁香	<i>Leptodermis pinceana</i>	1.1	2.2	小漆树	<i>Toxicodendron delavayi</i>	+	1.1
圆叶乌桕	<i>Mallotus repandus</i>	1.1	2.2	拔葵	<i>Smilax china</i>	+	+
清香木	<i>Pistacia weinmannifolia</i>	1.1	2.2	光素馨	<i>Jasminum subhumile</i>	+	+
薄叶鼠李	<i>Rhamnus leptophyllus</i>	1.1	2.2	野菰子	<i>Elysiotis rugulosa</i>	+	1.1
西南柃子	<i>Gonocarpus finchettii</i>	1.1	2.2	肾蕨	<i>Nephrolepis cordiolia</i>	+	1.1
火把果	<i>Pyraeantha fortuneana</i>	1.1	+	金银花	<i>Lonicera japonica</i>	+	
云南钩儿茶	<i>Berchemia yunnanensis</i>	1.1	+				

2002~ 2005 年,6~ 8 月的降雨量分别占当年降雨量的 64.70%、61.87%、64.40% 和 73.10%,平均为 66.02%,坡耕地径流量占当年径流的 80.03%、69.74%、74.29% 和 86.27%,平均为 77.58%,封山育林径流量占当年径流的 81.24%、69.62%、74.58% 和 85.22%,平均为 77.67%。在降雨最多的 2002 年 8 月,降雨量达 410 mm,坡耕地径流量达 78.31 t/hm²,封山育林径流量达 52.45 t/hm²。

表 2 不同月份的径流状况

月	2002 年			2003 年			2004 年			2005 年		
	降雨量 /mm	坡耕地 /(t·hm ⁻²)	封山育林 /(t·hm ⁻²)	降雨量 /mm	坡耕地 /(t·hm ⁻²)	封山育林 /(t·hm ⁻²)	降雨量 /mm	坡耕地 /(t·hm ⁻²)	封山育林 /(t·hm ⁻²)	降雨量 /mm	坡耕地 /(t·hm ⁻²)	封山育林 /(t·hm ⁻²)
1	30.4	0	0	33.1	3.93	1.23	17.5	0.10	0.17	21.7	1.58	1.18
2	17.9	0	0	20.6	0.83	0.50	4.1	0	0	3.2	0	0
3	71.1	1.10	0.40	66.3	6.53	4.43	8.4	0.55	0.38	39.9	5.20	2.95
4	42.5	1.90	1.10	36.0	1.35	0.80	122.1	16.25	9.80	88.4	7.13	4.13
5	134.0	13.09	9.10	103.5	7.40	4.65	228.6	23.63	15.18	47.7	1.73	1.15
6	285.9	43.85	30.38	262.7	24.48	16.93	281.1	47.55	34.18	384.3	47.15	28.18
7	270.4	37.50	26.33	201.7	26.93	13.98	395.8	64.75	43.95	266.4	45.35	25.48
8	410.0	78.31	52.45	198.4	19.24	11.10	231.3	46.88	26.48	351.8	50.00	28.58
9	38.7	2.18	1.33	101.1	5.50	3.33	89.5	11.40	8.03	65.7	2.70	1.90
10	101.4	9.60	5.98	40.3	4.19	3.03	2.7	0	0	74.8	4.33	2.95
11	21.6	2.08	1.17	2.2	0.50	0.20	27.6	3.15	2.10	15.9	0	0
12	69.6	9.90	6.13	5.4	0.43	0.16	1.6	0	0	11.6	0	0
6~ 8	966.3	159.66	109.16	662.8	70.65	42.01	908.2	159.18	104.61	1002.5	142.50	82.24
全年	1493.5	199.51	134.37	1071.3	101.31	60.34	1410.3	214.26	140.27	1371.4	165.17	96.50
6~ 8 占全年%	64.70	80.03	81.24	61.87	69.74	69.62	64.40	74.29	74.58	73.10	86.27	85.22

2.3 径流量与降雨的关系

对坡耕地径流量、封山育林径流量与降雨量、降雨历时和降雨强度进行相关分析(表 4)^[4],可见:径流量与降雨量和降雨强度相关极紧密,而与降雨历时相关不密切,说明产生径流的主要因素是降雨多少和降雨强度;在降雨 3 因素中,降雨量与降雨强度相关极显著,与降雨时间相关不显著,说明在试验点,降雨的多少主要取决于降雨强度;坡耕地径流量与封山育林径流量相关也极紧密,说明当降雨量和降雨强度较大时,坡耕地与封山育林同时产生的径流量也较多。

分别以坡耕地($y_{\text{坡}}$)和封山育林($y_{\text{封}}$)的径流量为因变量,以降雨量(x_1)、降雨历时(x_2)和降雨强度(x_3)为自变量进行多元线性回归,得到回归方程为:

$$y_{\text{坡}} = -1.991526 + 0.466894x_1 - 0.045923x_2 + 0.476520x_3$$

$$y_{\text{封}} = -1.212128 + 0.307820x_1 - 0.061803x_2 + 0.408509x_3$$

表 3 降雨和径流相关系数表

项 目	降雨量	降雨历时	降雨强度	坡耕地径流量	封山育林径流量
降雨量	1				
降雨历时	0.177411	1			
降雨强度	0.730662**	-0.193946	1		
坡耕地径流量	0.798079**	0.009654	0.746527**	1	
封山育林径流量	0.756047**	-0.031112	0.742981**	0.914194**	1

注:* 和** 分别指在 0.05 和 0.01 水平上相关显著。

2 个方程的复相关系数分别为: $R_{\text{坡}} = 0.833469$, $R_{\text{封}} = 0.806830$ 。说明回归方程的可靠性较高。

2.4 坡耕地与封山育林水土流失比较

对各年度的降雨量、径流量及泥沙流量进行统计,结果见表 4,由表可见:试区降雨较丰富,年降雨量在平均为 1336.6 mm,一般降雨量多的年份,坡耕地和封山育林的径

流量和泥沙流量也较多,径流量和泥沙流量较多的是降雨较多的 2002 年和 2004 年,径流量和泥沙流量较少的年份是降雨较少的 2003 年。

坡耕地的径流量和泥沙流失量均远高于封山育林的,坡耕地径流量每年在 101.31~ 214.26 t/hm² 之间,平均每年产生径流 170.06 t/hm²,泥沙流失量每年在 0.94~ 2.07 t/hm² 之间,平均每年流失土壤 1.62 t/hm²;封山育林径流量每年在 60.34~ 140.27 t/hm² 之间,平均每年产生径流 107.87 t/hm²,泥沙流失量每年在 0.24 t/hm²~ 0.53 t/hm² 之间,平均每年流失土壤 0.39 t/hm²。

2 种土地利用状况的径流分析表明,进行封山育林后,恢复的灌木和草本植物,增加了盖度,减少了土地的裸露,植株对降雨的有效截留,防止了水土流失,坡耕地的土壤侵蚀模数为 162 t/(km²·a),而封山育林后的土壤侵蚀模数为 39 t/(km²·a),可见封山育林的水土保持效果十分明显。封山育林后径流量与坡耕地相比,平均比坡耕地减少了 37.30%;封山育林后对泥沙的拦截作用非常明显,泥沙的流失量仅为坡耕地的 24.22%,且泥沙的流失量呈逐年减少的趋势,与坡耕地的比值,其流失量从 2002 年的 28.65% 下降到 2004 年的 20.00%。

2.5 坡耕地与封山育林土壤养分流失比较

封山育林防治了水土流失后,土壤的的养分也得到保护,由表 5 可见,随着径流流失的土壤养分,坡耕地也远远高于封山育林地。固体养分流失量,坡耕地为有机质 67.794

kg/hm²、全氮 4.665 kg/hm²、全磷 0.682 kg/hm²、全钾 13.902 kg/hm²、速效氮 0.377 kg/hm²、速效磷 0.023 kg/hm²、速效钾 0.707 kg/hm²,封山育林为有机质 9.75 kg/hm²、全氮 1.361 kg/hm²、全磷 0.417 kg/hm²、全钾 3.425 kg/hm²、速效氮 0.105 kg/hm²、速效磷 0.021 kg/hm²、速效钾 0.212 kg/hm²,封山育林分别比坡耕地减少流失:有机质 51.79%、全氮 70.82%、全磷 38.85%、全钾 75.36%、速效氮 72.10%、速效磷 10.75%、速效钾 70.21%。液体养分流失量,坡耕地为氮 9.738 kg/hm²、磷 0.506 kg/hm²、钾 2.434 kg/hm²,封山育林为氮 6.373 kg/hm²、磷 0.388 kg/hm²、钾 0.942 kg/hm²,封山育林分别比坡耕地减少流失:氮 34.55%、磷 23.16%、钾 61.31%。

表 4 各年度水土流失量表

时间	年降雨量/mm	径流量/(t·hm ⁻²)			泥沙流量/(t·hm ⁻²)			土壤侵蚀模数/(t·km ⁻² ·a ⁻¹)	
		坡耕地	封山育林	封山育林/坡耕地/%	坡耕地	封山育林	封山育林/坡耕地/%	坡耕地	封山育林
		地	育林	地	育林	地	育林	地	育林
2002	1493.5	199.51	134.37	67.35	1.85	0.53	28.65	185	53
2003	1071.3	101.31	60.34	59.56	0.94	0.24	25.53	94	24
2004	1410.3	214.26	140.27	65.47	2.07	0.47	22.71	207	47
2005	1371.4	165.17	96.50	58.42	1.60	0.32	20.00	160	32
平均	1336.6	170.06	107.87	62.70	1.62	0.39	24.22	162	39

表 5 各年度土壤养分流失情况表

项 目	时间	固体养分流失量/(kg · hm ^{- 2})							液体养分流失量/(kg · hm ^{- 2})		
		有机质	全氮	全磷	全钾	速效氮	速效磷	速效钾	氮	磷	钾
坡耕地	2002	79. 550	5. 291	1. 610	32. 782	0. 462	0. 029	1. 213	11. 424	0. 593	2. 856
	2003	40. 420	2. 688	0. 818	16. 657	0. 235	0. 015	0. 617	5. 801	0. 301	1. 450
	2004	85. 284	6. 024	1. 697	34. 797	0. 458	0. 028	0. 562	12. 269	0. 636	3. 067
	2005	65. 920	4. 656	1. 312	26. 896	0. 354	0. 021	0. 434	9. 458	0. 491	2. 364
	平均	67. 794	4. 665	0. 682	13. 902	0. 377	0. 023	0. 707	9. 738	0. 505	2. 434
封山育林	2002	44. 096	1. 860	0. 594	4. 966	0. 145	0. 032	0. 353	7. 939	0. 484	1. 173
	2003	19. 968	0. 842	0. 269	2. 249	0. 066	0. 014	0. 160	3. 565	0. 217	0. 527
	2004	39. 668	1. 631	0. 479	3. 859	0. 125	0. 022	0. 196	8. 287	0. 505	1. 224
	2005	27. 008	1. 110	0. 326	2. 627	0. 085	0. 015	0. 133	5. 701	0. 347	0. 843
	平均	32. 685	1. 361	0. 417	3. 425	0. 105	0. 021	0. 212	6. 373	0. 388	0. 942
封山育林/ 坡耕地/ %		48. 21	29. 18	61. 15	24. 64	27. 90	89. 25	29. 79	65. 45	76. 84	38. 69

2.6 土壤养分变化状况

2 种土地利用状况下的土壤养分差异明显,2002 年封山育林的土壤有机质为 9.52%,而坡耕地中有机质为 5%,封山育林的有机质含量接近坡耕地的 2 倍;在常规营养元素中,封山育林除 K 含量低于坡耕地外, N 和 P 的含量均远高于坡耕地的。

封山育林由于有植被的保护,其营养流失低于坡耕地,同时枯枝落叶等有机质对土壤的改良和营养补充,大多数营养成分有提高。经过 3 年时间,坡耕地的土壤营养成分基本上均有下降,除全 P、有效硼和氯离子没有变化,有效硫和有效镁略有增加外,有机质下降 0.36%、全 N 下降 0.016%、全 K 下降 0.112%、速效 N 下降 24.34 mg/kg、速效 P 下降 0.11 mg/kg、速效 K 下降 7.88 mg/kg、有效钙下降 104 mg/kg、有效铜下降 0.147 mg/kg、有效钼下降 0.01 mg/kg;而封山育林仅有机质下降 0.3%、有效锌下降 0.99 mg/kg,全 P、有效硼和氯离子不变外,其他成份均有所增加,全 N 增加 0.014%、全 K 增加 0.015%、速效 N 增加 35.13 mg/kg、速效 P 增加 3.81 mg/kg、速效 K 增加 15.14 mg/kg、有效硫增

加 0.21 mg/kg、有效钙增加 362.1mg/kg、有效镁增加 4.11 mg/kg、有效铜增加 0.001 mg/kg、有效钼增加 0.01 mg/kg。

3 结 论

(1) 降雨多少和降雨强度对径流影响较大,一般降雨量多的年份或月份,产生的径流量和泥沙流失量也较多。在一年中,6~ 8 月降雨较多,产生的径流占当年的 69% 以上。

(2) 封山育林后,恢复植被,增加了盖度,减少了土地的裸露,植株对降雨有效截留,有效防止了水土流失。坡耕地平均每年径流量为 170.06 t/hm²,而封山育林地平均每年径流量为 107.87 t/hm²,封山育林后径流量比坡耕地减少了 37.30%;坡耕地平均每年流失土壤 1.62t/hm²,而封山育林平均每年流失土壤 0.39 t/hm²,封山育林泥沙的流失量仅为坡耕地的 24.22%;坡耕地的土壤侵蚀模数为 162 t/(km²·a),而封山育林后的土壤侵蚀模数仅为 39 t/(km²·a);封山育林泥沙的流失量呈逐年减少的趋势,与坡耕地的比值,其流失量从 2002 年的 28.65% 下降到 2004 年的 20.00%。

(下转第 286 页)

5.4 地图导出

选择 File 菜单下的 Export 命令, 在 Options 里设置好需要的分辨率, 选择自己需要的格式, 选择好保存路径, 点击 Ok 即可。最后成图如下:

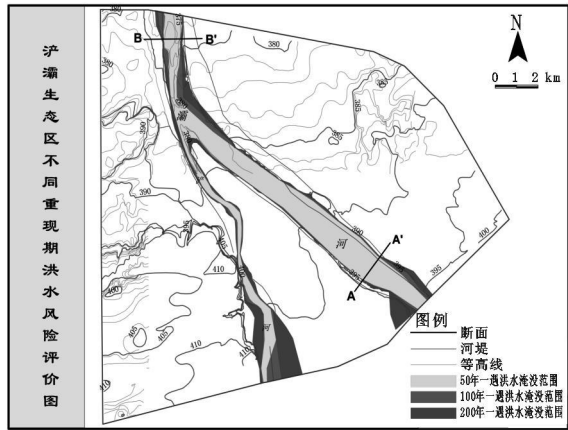


图 3 最后成图

参考文献:

[1] 陈伟斯. 泸瀾生态区: 西安未来的新城区[EB/ OL]. <http://www.china.org.cn>, 2005 - 08 - 01 .
[2] 剑波. 七金融机构 170 亿人民币力挺西安泸瀾生态区建设[EB/ OL]. <http://news.huash.com>, 2005- 03- 19.
[3] 汤国安, 陈正江, 赵牡丹, 等. ArcView 地理信息系统空间分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 9- 10.
[4] 程熊, 王红. GIS 软件应用——ARC/INFO 软件操作与应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004. 9- 11.
[5] 魏一鸣, 范英, 金菊良. 洪水灾害风险分析的系统理论[J]. 管理科学学报, 2001, 4(2): 7- 11.
[6] 陈华丽, 陈刚, 丁国平. 基于 GIS 的区域洪水灾害风险评价[J]. 人民长江, 2003, 34(6): 49- 51.
[7] 冯普林, 石长伟, 张广林. 渭河“ 2003” 洪水灾害及其减灾措施的分析[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2004, 2(1): 44- 49.

(上接第 283 页)

表 6 土壤养分变化情况表

地点	时间/ 年	有机质 / %	pH	全 N / %	全 P / %	全 K / %	速效 N/ (mg • kg ⁻¹)	速效 P/ (mg • kg ⁻¹)	速效 K/ (mg • kg ⁻¹)
坡耕地	2002	5	6. 82	0. 31	0. 078	1. 413	251. 07	3. 3	77. 39
	2005	4. 64	6. 92	0. 294	0. 078	1. 301	226. 73	3. 19	69. 51
	2005~ 2002	- 0. 36	0. 10	- 0. 016	0	- 0. 112	- 24. 34	- 0. 11	- 7. 88
封山 育林	2002	9. 52	7. 34	0. 579	0. 196	1. 157	451. 71	3. 4	60. 99
	2005	9. 22	7. 34	0. 593	0. 196	1. 172	486. 84	7. 21	76. 13
	2005~ 2002	- 0. 30	0	0. 014	0	0. 015	35. 13	3. 81	15. 14
地点	时间 / 年	有效锌/ (mg • kg ⁻¹)	有效硫/ (mg • kg ⁻¹)	有效钙/ (mg • kg ⁻¹)	有效镁/ (mg • kg ⁻¹)	有效硼/ (mg • kg ⁻¹)	氯离子/ (mg • kg ⁻¹)	有效铜/ (mg • kg ⁻¹)	有效铝/ (mg • kg ⁻¹)
坡耕地	2002	2. 3	14	3091. 9	73. 43	0. 22	5. 92	1. 867	0. 13
	2005	2. 34	14. 06	2987. 9	75. 98	0. 22	5. 92	1. 72	0. 12
	2005- 2002	0. 04	0. 06	- 104	2. 55	0	0	- 0. 147	- 0. 01
封山 育林	2002	8. 14	10. 84	7622	27. 35	0. 22	4. 71	0. 689	0. 08
	2005	7. 15	11. 05	7984. 1	31. 46	0. 22	4. 71	0. 69	0. 09
	2005- 2002	- 0. 99	0. 21	362. 1	4. 11	0	0	0. 001	0. 01

(3) 封山育林后防止了水土流失, 随径流流失的土壤养分也得到控制。固体养分流失量, 封山育林分别比坡耕地减少有机质 51. 79%、全氮 70. 82%、全磷 38. 85%、全钾 75. 36%、速效氮 72. 10%、速效磷 10. 75%、速效钾 70. 21%。液体养分流失量, 封山育林分别比坡耕地减少氮 34. 55%、

参考文献:

[1] 郭来喜, 何大明, 等. 贫困- 人类面临的难题[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 179- 180.
[2] 高贵龙, 邓自民, 熊康宁, 等. 喀斯特的呼唤与希望[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2003.
[3] 唐克丽, 郑粉莉, 张科利, 等. 子午岭林区土壤侵蚀与生态环境关系的研究内容和研究方法[J]. 中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊, 1993, 17: 3- 10.
[4] 李克煌. 论降雨径流的集存[J]. 水土保持学报, 1994, 8(1): 73- 76.

6 结 论

从 50 年、100 年和 200 年一遇洪水泸瀾生态区域内的淹没面积上表明, 随着洪水重现期的最大, 洪水淹没范围也相应的扩大, 但 50 年一遇洪水淹没范围基本上处在河堤内, 而 100 年和 200 年一遇的洪水淹没范围在泸瀾河流入和流出生态区河段已在河堤之外(具体情况请参考上图), 可对泸瀾生态区产生一定的影响, 说明进行泸瀾生态区建设, 洪水风险性存在, 应采取积极有效的措施进行防范。

7 结 语

与其他的计算淹没面积的方法相比较, 运用此方法计算不同重现期洪水淹没面积简单实用, 不像其他计算方法那么复杂, 而且整个计算流程十分清晰易懂, 计算速度很快, 只要所用数据精确, 计算结果也是非常精确的, 并且可以方便准确的估算出洪水的体积。如果将最后成图叠加到研究区域的大比例尺遥感影像图上, 可以精确的显示出各重现期洪水淹没的具体区域, 非常方便有关部门实施研究区域的防洪防汛和规划建设工作的, 还可以以此对洪水淹没过程作动态模拟。