

# 白盆珠水库库区坡面径流 泥沙流失初探

唐志平 黄水生

(广东省惠东县水土保持办公室 516300)

**摘 要** 在径流小区监测试验的基础上,探讨了白盆珠水库库区的径流泥沙随降雨过程变化呈现的相关性规律,从而为进一步研究该库区水土流失(径流量,泥沙流失量)的预测预报措施打下基础。

**关键词** 水库 水土保持 泥沙

## The Primary Discussion on the Relation of Precipitation and Runoff to Sediment Yield in Hillslope of Baipenzhu Reservoir Area

Tang Zhiping Huang Shuisheng

(The Soil and Water Conservation Office of Huidong County Guangdong Province 516300)

**Abstract** Based on the research on the experimental data from runoff plot, this article studies on the relation of the variation of sediment yield to the precipitation. The analysis of statistics shows that there are exponent relationship between sediment yield and precipitation, which can provide the control of the reservoir area with predictive models.

**Key words** reservoir soil and water conservation sediment

## 1 水库概况

白盆珠水库位于惠东县东部,东江流域西枝江上游,控制流域面积 856km<sup>2</sup>,总库容 11.93 亿 m<sup>3</sup>,是广东省第三大水库。库区处于南亚热带东部南缘,气候温暖、雨量充沛、多年平均气温 21.1~21.7℃。多年平均降雨量为 1 898.2mm,暴雨集中,降雨量大,台风灾害频繁。地貌类型为山地丘陵,相对高差一般在 50~100m 之间,土壤类型主要为花岗岩母质发育的赤红壤;植被盖度较低,因而造成了库区严重的水土流失。

## 2 研究方法

### 2.1 试验区选择

基于库区植被覆盖度较低,水土流失严重,尤其山坡中上部土壤板结,肥力低下,植被难于

生长,是水土流失主要发生地段。水土流失类型主要为水蚀,其形式有沟状侵蚀和面状侵蚀,也有少量重力崩塌侵蚀。因此选择具有面状侵蚀和沟状侵蚀的山坡中上部作为研究试验点,具体位置在水库上游新庵镇东北面的一个山坡上,其地形、坡形与土壤条件基本一致。

2.2 径流小区布设

在试验区内布设 6 个径流小区,坡度基本相同,约为 20°,坡向一致;小区面积相等,宽 4m,长 16m。径流地容积按 20 年一遇的降雨标准设计,沉沙池、分流池、量水池的体积均为 1m<sup>3</sup>,为一级五孔分流,在试验区布设自记雨量计、气温计、温度计等。

2.3 小区处理

- 试验区原来为水土流失较为严重的裸地,小区分别处理如下:
- (1)湿地松、绢毛相思、无地被层、覆盖度 5.8%。
  - (2)湿地松、绢毛相思、无地被层、覆盖度 10%。
  - (3)湿地松、绢毛相思、岗松,引种柱花草、苏丹草,但成活率较低,覆盖度 20%。
  - (4)湿地松—桃金娘群落、少量岗松、芒草、移栽本地莎草、芒草、象草、莎草不活,芒草成活率较高,覆盖度为 20%。
  - (5)人工移栽莎草、芒草、象草,覆盖度 12%。
  - (6)裸地。

2.4 观测方法

径流小区每降一场雨采样一次,测定单次降雨所产生径流量和泥沙流失量,并进行单次全过程降雨、径流量、泥沙流失量的同步观测,每隔几分钟采样一次,测定过程线,同时观测采样池中的水位。当降雨历时较长时,适当延长采样时间间隔,每次必须采取降雨的全过程。

3 结果与讨论

通过雨季在试验区对降雨产流、产沙进行观测,共取得 6 次降雨—产沙数据、10 次降雨—产流数据和 3 次降雨—产流—产沙过程数据(见表 1、表 2、表 3)。

表 1 6 个径流小区降雨与产沙的关系

降雨时间	8 月 25 日 14 : 27 ~15 : 30	8 月 26 日 11 : 20 ~17 : 34	8 月 27 日 12 : 37 ~16 : 08	8 月 27 日 18 : 09 ~28 日 9 : 44	8 月 28 日 14 : 45 ~14 : 50	8 月 31 日 6 : 18 ~9 月 1 日 22 : 28
降雨量(mm)	19.7	19.6	12.9	48.0	4.5	155.1
最大 10min 雨强 (mm/min)	1.35	0.63	0.39	0.75	0.90	0.85
小区 1 产沙量(kg)	6.33	8.74	14.56		1.20	32.72
小区 2 产沙量(kg)	4.05	4.22	3.99		1.32	50.07
小区 3 产沙量(kg)	1.47	0.98	0.75	2.7	0.24	4.49
小区 4 产沙量(kg)	1.53	2.87	12.87	21.02	0.62	71.82
小区 5 产沙量(kg)	8.84	6.73	13.71	33.58	4.71	389.96
小区 6 产沙量(kg)	4.48	5.17	12.38	19.344	2.07	146.50

3.1 径流中泥沙含量随降雨过程的变化

1995 年 8 月 27 日 12 : 37~14 : 31 这段时间内降了 4 场历时暴雨,共观测 3 场降雨形成

的径流中泥沙的变化规律(表 3),根据表中的数据作图如下(图 1)。

表 2 6 个小区降雨与产沙数据表

观测日期	8 月 25 日			8 月 26 日					8 月 27 日		8 月 28 日	8 月 29 日
观测次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
降雨量(mm)	19.7	10.3	8.8	3.9	1.3	5.3	2.0	12.9	48.0	4.5		
径流小区 1												
径流量(m <sup>3</sup> )	0.38	0.37	0.32	0.14	0.025	0.325	0.03	0.52	1.70	0.175		
径流深(mm)	5.94	5.78	5.0	2.19	0.39	5.08	0.47	8.12	26.6	2.73		
径流系数	0.30	0.56	0.57	0.56	0.30	0.96	0.24	0.63	0.55	0.61		
径流小区 2												
径流量(m <sup>3</sup> )	0.45	0.32	0.33	0.14	0.025	0.32	0.035	0.52	1.70	0.18		
径流深(mm)	7.03	5.00	5.16	2.20	0.39	4.92	0.55	8.12	26.6	2.81		
径流系数	0.37	0.48	0.59	0.56	0.30	0.93	0.28	0.63	0.55	0.62		
径流小区 3												
径流量(m <sup>3</sup> )	0.10	0.18	0.24	0.03	0.01	0.27	0.020	0.32	1.60	0.12		
径流深(mm)	1.56	2.81	3.75	0.47	0.16	4.17	0.25	5.05	25.0	1.80		
径流系数	0.079	0.27	0.43	0.12	0.12	0.79	0.12	0.39	0.52	0.40		
径流小区 4												
径流量(m <sup>3</sup> )	0.20	0.17	0.24	0.073	0.012	0.23	0.017	0.33	1.30	0.11		
径流深(mm)	3.12	2.66	3.75	1.14	0.19	3.59	0.26	5.19	20.3	1.64		
径流系数	0.16	0.26	0.43	0.29	0.15	0.68	0.13	0.40	0.42	0.36		
径流小区 5												
径流量(m <sup>3</sup> )	0.14	0.17	0.23	0.10	0.01	0.22	0.005	0.34	1.31	0.14		
径流深(mm)	2.19	2.66	3.59	1.56	0.16	3.48	0.08	5.28	20.4	2.18		
径流系数	0.11	0.26	0.41	0.40	0.12	0.66	0.04	0.41	0.43	0.49		
径流小区 6												
径流量(m <sup>3</sup> )	0.42	0.29	0.33	0.15	0.02	0.28	0.025	0.47	1.66	0.23		
径流深(mm)	6.56	4.53	5.08	2.27	0.31	4.38	0.39	7.34	25.9	3.52		
径流系数	0.33	0.44	0.58	0.58	0.24	0.83	0.20	0.57	0.54	0.78		

表 3 降雨过程产生的径流中泥沙含量变化表

降雨时段	12 : 37~12 : 46			13 : 08~13 : 12		14 : 22~14 : 31		
采样时间	12 : 43	12 : 47	12 : 50	13 : 12	13 : 15	14 : 27	14 : 31	14 : 33
小区 1(g/600ml)	29.7	31.6	9.5	21.7	11.6	18.2	73.9	24.6
小区 2(g/600ml)	17.8	9.1	6.4	13.7	4.8	7.2	16.6	20.2
小区 3(g/600ml)	0.9	1.4	0.6	0.9	0.7	4.1	1.5	0.8
小区 4(g/600ml)	7.4	13.3	0.6	11.4	1.1	6.7	51.7	40.6

注:实测时间 1995 年 8 月 27 日。

4 场降雨的降雨量分别为 3.9mm、1.3mm、1.7mm、3.6mm,最大 10min 雨强分别为 0.39mm/min、0.33mm/min、0.17mm/min、0.40mm/min,其中第 1、2、4 三场降雨产生了径流。由图 1 可以看出,4 个径流小区径流泥沙含量以小区 1 为最大,小区 2 次之,小区 3 最小。这说明泥沙流失量与地表植被覆盖度的关系很大,特别是有无地被层。3 场降雨以第 4 场降雨产沙量最大,其次为第 1 场降雨,第 2 场降雨产沙量最小,但降雨量却是第 1 场>第 4 场>第 2 场。这是因为第 1 场降雨前土壤含水量相对较低,初期降水被土壤吸收,形成的径流较小,对土壤的冲刷力也小,所以径流中泥沙含量较低;第 2 场降雨紧接着第 1 场雨而下,土壤含水量已接近饱和,所降水基本上全部形成径流,故降雨量虽然很小,亦能产流,只是径流中的泥沙含量比第 1 场略小;第 3 场降雨量虽然比第 2 场大,但其雨强明显比其它 3 场小得多,故未产流;而第

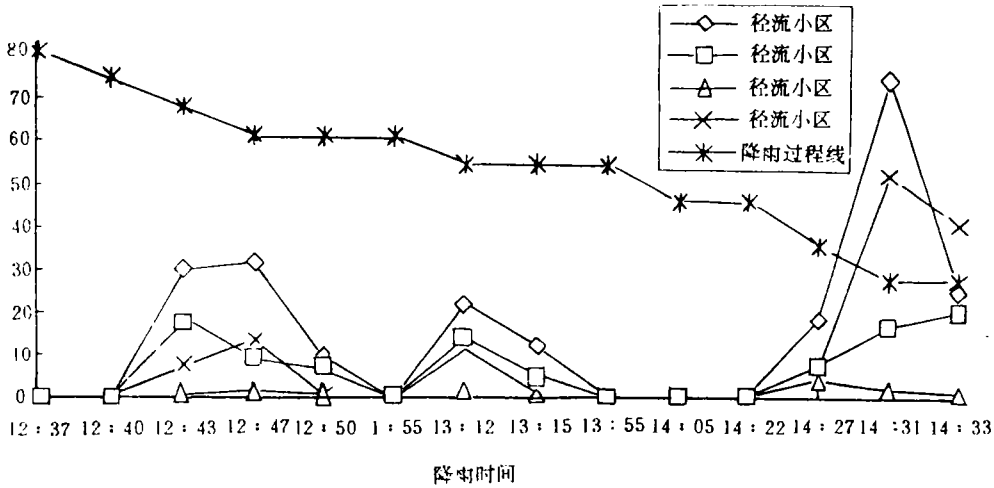


图 1 径流泥沙量随降雨过程的变化规律

4 场雨量,雨强与第 1 场相差不大,但由于经过前 3 场降雨,土壤含水量已饱和,产生的径流大,对土壤冲刷力强,产流量也明显增大。这说明泥沙流失与降雨量、雨强、土壤前期含水量都有关系,在土壤中含水量较大时,达到一定的雨强,即使很小的降雨量亦能产流产沙。由于 3 场降雨的降雨历时和降雨量都较小,所观测的过程样本数少,还很难得出随降雨过程产生的径流中泥沙含量的变化规律,有待进一步观测才能加以探讨。

3.2 降雨量与产流的关系

在各个径流小区共取得 10 次降雨、产流观测数据(表 2),将表 2 的数据进行回归分析,得出各个小区的回归方程如下:

小区 1: $Q = -0.0777 + 0.0231p$   $r = 0.807$  (1)

小区 2: $Q = -0.0630 + 0.0255p$   $r = 0.872$  (2)

小区 3: $Q = -0.0789 + 0.0316p$   $r = 0.931$  (3)

小区 4: $Q = -0.0334 + 0.0258p$   $r = 0.956$  (4)

小区 5: $Q = -0.0331 + 0.0257p$   $r = 0.941$  (5)

小区 6: $Q = -0.0015 + 0.0331p$   $r = 0.978$  (6)

式中:  $Q$  为径流量;  $P$  为降雨量。

回归分析结果表明:降雨量与径流量具有显著的直线相关关系。

3.3 产沙量与降雨量的关系

各个径流小区共取得了 6 次降雨量—产沙量配套数据(见表 1),从表 1 可以看出随着降雨量增大,泥沙流失量显著增大,试用幂回归方程 ( $y = ax^b$ ) 进行回归分析,结果表明泥沙流失量与降雨量具有显著的幂相关关系。

各个小区产沙量与降雨量的相关关系如下:

小区 1: $S = 0.2942p^{1.1449}$   $r = 0.9196$  (7)

小区 2: $S = 0.3888p^{1.2361}$   $r = 0.9157$  (8)

小区 3: $S = 0.1080p^{1.2798}$   $r = 0.8634$  (9)

小区 4: $S = 0.1441p^{0.7041}$   $r = 0.9785$  (10)

小区 5: $S = 0.2423p^{1.0292}$   $r = 0.9887$  (11)

$$\text{小区 6: } S = 0.6619P^{0.8249} \qquad T = 0.8657 \qquad (12)$$

式中： $S$  为产沙量， $P$  为降雨量。

3.4 各个小区产沙产流分析

3.4.1 产沙分析 从 8 月 25 日至 8 月 29 日共测 10 次降雨数据，总降雨量为 116.3mm，各个小区的累积径流量与平均径流系数如表 4。

表 4 平均径流系数统计

径流小区	小区 1	小区 2	小区 3	小区 4	小区 5	小区 6
累积径流量 (mm)	3.99	4.02	2.89	2.79	2.67	3.87
平均径流系数	0.52	0.53	0.35	0.34	0.33	0.51

从表 4 中可以看出：小区 1、小区 2、小区 6 在这一段时间内产生的累积径流量较大，径流系数亦较大，约为 0.52；而小区 3、小区 4、小区 5 在这一段时间内产生的累积径流量较小，径流系数也相对较小，约为 0.34。小区 1、小区 2、小区 6 三个小区内植被覆盖度极低或无，无地被层，地表板结、地表水难于下渗，产生的径流量较大；小区 3、小区 4 有地被层，且引种了草本植物，小区 5 也种植了草本植物，具有截流作用，植被覆盖度也较高，地表较为疏松，故而产流较小。

3.4.2 产沙分析 从表 1，各个小区每次产沙量作对比图如下(图 2)。

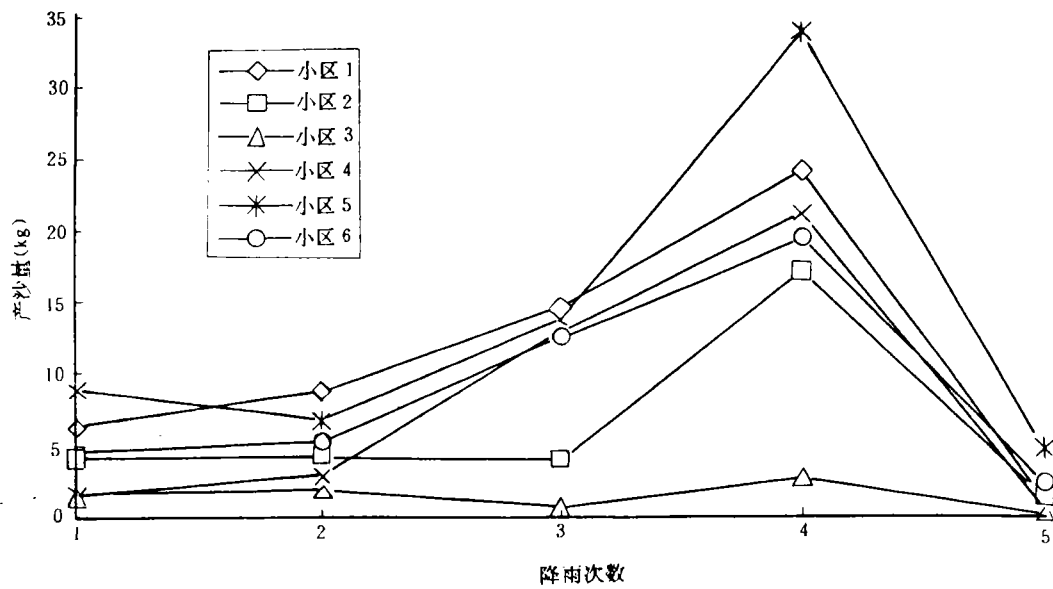


图 2 各个小区每次产沙量对比图

从图 2 可以看出，径流小区 5 泥沙流失量最大，小区 1、小区 2、小区 6 次之，小区 4 又次之，小区 3 最小。小区 1、小区 2 虽有湿地松、绢毛相思，但覆盖度较低，且无地被层，产流较小，其泥沙冲刷量均比小区 3 和小区 4 大，与小区 6 相当；小区 3 和小区 4 引种或移栽的草成活率虽不高，但其本身具有的地被层可截流，降低地表径流的冲刷力，其产沙量均低于其他各区，从

(下转第 170 页)

## 4 结论与讨论

(1)低丘荒山绿化应视其水土流失程度,在树种选择、混交组合模式选择上要做到因地制宜,特别重视速生阔叶树种造林。

(2)水土流失严重且坡度较大的荒山绿化时应考虑与水保工程措施相结合,采取生物措施与水保工程措施相结合的绿化模式。

(3)集中连片的集水区域荒山,绿化时在树种选择、林种结构上要考虑坡上、中、下不同部位综合治理,才能根本上达到保持水土、涵养水源的治理目的。

(4)对灌丛密集轻度侵蚀的荒山采取补植封育或改造封育措施,是利用优越的自然条件促进植物自然演替,逐步恢复植被,保持水土的好方法。

(5)水土流失严重的强度侵蚀土壤,条件极差,可选择马尾松、木荷、枫香等先锋树种及胡枝子、紫穗槐等灌木造林,这些树种抗逆性强,生长快,先达到治理荒山控制水土流失的目的,经营若干年土壤环境得到改善后再考虑营造经济价值较高的树种,以取得更大的经济效益。

### 参考文献

- 1 中国科学院红壤生态实验站.红壤生态系统研究.第1集,科学出版社,1992
- 2 杜天真等.江西省低丘荒山林业生态经济模式研究专辑.江西农业大学学报,1995

**作者简介** 刘苑秋,女,1963年生,讲师。1985年7月毕业于江西农业大学林学系林学专业留校任教。合作出版“江西省低丘陵荒山林业生态经济模式研究专辑”一书,另外发表论文4篇。

(上接第133页)

观测数据看,小区3的产沙量最低,其原因是该区下部有一低洼沟,部分拦截了上部冲刷下来的泥沙;小区5的产沙量均大于各区,其原因是观测前移栽本地草时,扰动了地表层,导致地表土质疏松,抗冲刷能力弱,泥沙流失量大。

## 4 结束语

这次实验,由于经费问题,加上时间紧,各小区植物治理措施未能按原计划实施,使得各小区不同处理的对比试验不是很理想,未能达到预期目标。同时,观测样本数也较少,所得降雨—泥沙流失量、降雨径流量的回归方程还较粗,只能说明降雨—泥沙流失量、降雨—径流量所具有的相关关系,还不能用于径流量、泥沙流失量的预测预报,有待以后作进一步的观测,收集更多的资料,再作类似的相关分析,从而得出较准确的径流量、泥沙流失量的预报预测方程。

**鸣谢** 广东省科学院土壤研究所李定强副教授,地理研究所李逢为硕士等同志为本文的内外作业做了大量工作,特此致谢!

**作者简介** 黄水生,男,1970年生,1994年7月毕业于南昌水利水电高等专科学校水土保持系,同年7月分配到广东惠东县水土保持总站,主要从事水土流失的整治以及水土保持监督执法的试点工作。