

秭归暴雨与水文特征分析*

梁季阳

中国科学院
(地理研究所 北京 100101)
国家计委

摘 要 三峡水库淹没区移民后安置,可能引起库区地表水土状态的变化,暴雨是水土流失的主要动力因素。本文分析了库区秭归一带的年降雨的时间分配,暴雨的时间与空间分布的强烈不均匀的特征;论述了有关水文要素,如流域蒸散发、土壤含水量等。最后对王家桥小流域进行了暴雨径流模拟。

关键词 暴雨 径流模拟

分 类 (中图法) P343 (科图法) 56.36

影响坡地发育过程有诸多因素,如坡地形态、坡面质地结构、坡面复盖和降雨等。其中的降雨,特别是时段短、强度大的暴雨,是影响坡地发育的动力因素。暴雨的雨滴打击地面,水流在坡面形成细小沟槽,进而汇集成冲沟,其过程伴随着对坡面表层的侵蚀冲刷,水流携带泥沙下泄,即形成水土流失。研究暴雨及其有关特征,对于分析坡地发育,防治坡地水土流失,都具有较大意义。

1 秭归降水的一般特征

1.1 三峡地区暴雨的天气背景

进入初夏后,长江中游地区经常维持一条稳定持久的雨带,这段时间被称为梅雨季节。梅雨雨带出现在梅雨锋上,雨带内降水并不均匀,在雨带内常有一个个暴雨雨团。在梅雨季节,中等尺度的天气系统十分活跃,它们维持了梅雨期持续性降水,而且给暴雨的产生创造了条件^[1]。这些中等尺度天气系统主要有切变线,低涡和西南低空急流,它们在梅雨季节频繁出现,提供了暴雨生成所需条件:充沛的水汽供应,暖湿的不稳定空气层结,以及强烈的低空辐合来加速垂直环流,使大量暖湿空气得到抬升凝结产生降水。

* 国家自然科学基金重点基金资助项目 (49231020)

收稿日期:1995-08-25,收到修改稿日期:1995-09-19

1.2 秭归年降水概况

三峡库区属湿润多雨地区，降水充沛，年降水量在 850—1 900mm 之间，据统计清港河流域年平均面降水量为 1 310.4mm，香溪流域年平均面降水量为 1 133.6mm。但年际间降水丰枯变化悬殊，丰水年的降水量比枯水年可多达 1 倍。

由于山区地形的影响，降水在空间上分布不均匀，常形成多雨中心。例如清港河流域，据多年降水观测统计，在下里坪站多年平均降水量达 1 572.0 mm，比流域平均面降水量大 20% 左右，比降水量最少的雨量站大 50% 左右，多雨中心位于流域南部近分水岭处。香溪流域也有类似情况，多雨中心位于流域西北部分水岭处的红花、九冲站，年雨量约为流域平均值的 1.15 倍。降水集中在夏季，秭归站与兴山站 6—9 月的 4 个月中降水量分别占全年降水量的 58% 和 58.2%。图 1 给出了秭归和兴山的年内逐月降水量柱状图。

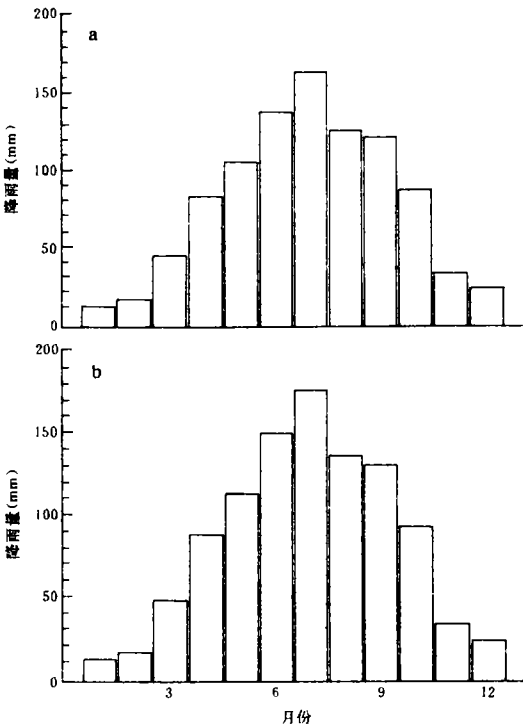


图 1 秭归站 (a) 和兴山站 (b) 逐月降水量柱状图
Fig. 1 Monthly precipitation distribution at
Zigui and Xingshan stations

2 秭归暴雨的时间分配特征

2.1 短历时雨量分布曲线

根据清港河陕西营站多年平均各时段最大降水量资料绘制图 2，可以看出 60 分钟最大雨量约 28mm，1 440 分钟最大雨量约 95mm，随历时增加，雨量稳定增加。

根据香溪兴山站多年平均各时段最大降水强度资料，绘制图 3，可以看出 60 分钟最大暴雨强度约 0.57mm/min，1 440 分钟最大暴雨强度为 0.060mm/min，随历时增加，降雨强度稳定减小。

若以暴雨强度公式 $a=s/t^n$ 来描述暴雨随历时衰减的情况， a 为降雨强度， t 为历时， s 、 n 为参数，据资料统计，陕西营站的 s 为 5.95， n 为 0.60；兴山站的 s 为 7.47， n 为 0.65。

2.2 不同频率的时段降雨量

较稀遇的暴雨往往是造成水土流失的主要因素，因此在农田水利建设、水土流失控制工程及生物措施中，往往需要考虑各种重现期下的暴雨量，根据陕西营站、兴山站的短时段降雨资料，采用矩法计算，给出了供参考的各重现期暴雨量表 1。

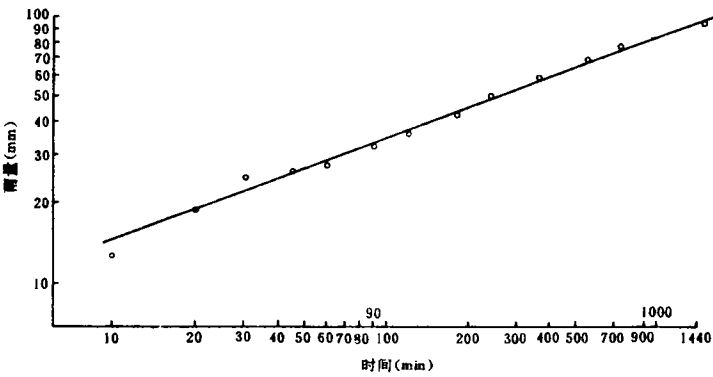


图 2 清港河陕西营站多年平均各时降最大雨量图

Fig. 2 Annual average maximal precipitation in various periods at the Shanxiying station on the Qinggang River

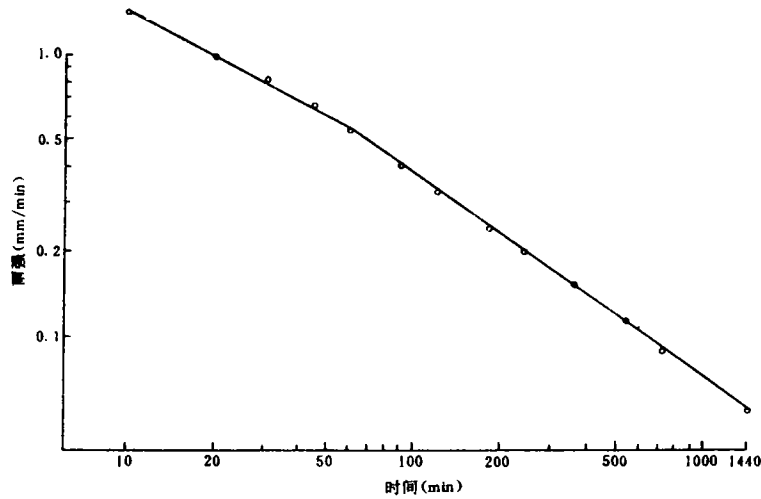


图 3 香溪兴山站多年平均各时段最大暴雨强度图

Fig. 3 Annual average maximal precipitation in various periods at Xingshan station on Xiangxi River

表 1 短时段不同重现期的暴雨量表

Tab. 1 The short period storm with various frequencies

站名 时段(分) 雨量(mm)	陕西营				兴山			
	10	60	360	1440	10	60	360	1440
均值	12.6	27.9	58.2	94.6	14.2	34.0	59.1	86.2
100 年	19.1	49.7	118.1	211.9	27.7	60.0	158.5	181.5
20 年	16.8	41.6	94.7	164.5	22.5	50.3	116.0	144.0
10 年	15.6	37.8	83.9	143.1	20.1	45.6	97.2	126.7

3 秭归暴雨空间分布特征

3.1 暴雨的空间分布不均匀性

三峡库区两岸因山区地形的影响,降雨的空间分布有很大的不均匀性。以秭归县沙镇溪的清港河流域为例,该流域集水面积为 565km²,流域内及邻近处有雨量点 9 个,绘制 1985 年 5 月 12 日降雨量等值线图,可以看出,暴雨中心位于流域南部,雨量达 70mm,而流域北部的雨量仅为 20mm 左右。

清港河流域 1985 年 6 月 19 日的另一场降雨,暴雨中心位于流域中部偏北的三丈坪处,最大雨量约 70mm,流域边缘雨量逐步减小,仅为 30mm 左右。与年降水量的空间分布不同,次暴雨的中心位置是变动较大的,这说明在地形对降雨影响的大背景下,迭加了天气系统活动偶然性的影响,而其影响程度超过了地形的影响。

3.2 清港河流域降雨时空分布的变化

表 2 为清港河流域 1986 年 7 月 15—16 日降雨量表,由表中看出暴雨中心在八家湾,在 16 个小时内降雨量达 202.9mm,而其南面邻近的石坪站雨量仅 89.3mm,不到暴雨中心雨量的 1/2,北面陕西营站雨量也仅 127.7mm。清港河流域面积 565km²,上述雨量站直线距离仅十余公里,可见暴雨在空间上的变化是剧烈的。

在一场降雨中,降雨强度随时间而变化。由表 2 中也可以看出,4 个站的雨量随时程的分配均有不同形式,如八家湾站,在等时距的 4 个时段中呈现两个雨峰,而三丈坪站则仅有一个雨峰,雨带的移动方向呈北偏东方向。

表 2 清港河 1986 年 7 月 15—16 日时段降雨量表

Tab. 2 The period precipitation on the Qinggang River in July 15-16, 1986

时 段 \ 站 名	八家湾	三丈坪	石坪	陕西营
20:00—24:00	62.7	22.3	33.3	27.1
0:00—4:00	46.0	63.2	5.3	37.5
4:00—8:00	65.5	61.9	25.1	46.4
8:00—12:00	28.7	15.1	25.6	16.7
总 和	202.9	172.5	89.3	127.7

4 流域蒸散发估算

流域陆面蒸散发量由土面蒸发量和植株散发量两部分组成,是一重要的水分平衡要素,对于一个小的闭合流域,可以根据观测资料得到:

$$E = \bar{P} - \bar{R}$$

式中 $\bar{E}, \bar{P}, \bar{R}$ 分别为流域平均蒸散发量、降水量和径流量。据 12 年资料统计,清港河流域的多年平均蒸散发量为 446.1mm,香溪流域的多年平均蒸散发量为 455.7mm。

5 负压计观测土壤含水量

负压计是测定土壤水受土壤孔隙的毛管力和土粒的分子引力作用，使土壤水处于负压（吸力）状态的仪器。负压计的感应部件是微孔陶土管，当陶土管充满水后与土壤水连接，产生水力上的联系。土壤吸水力大，说明土壤含水量小。而吸水力小，说明含水量大。根据土壤吸水力大小的指标，则可以了解土壤的含水量状况。

土壤含水量是地表水文状况的一个重要因素，我们在试验区 1 号地、3 号地共布设了近 20 个负压计观测点，以单点布设为主，同时布设了若干不同深度的观测。图 4 是 1 号地 1993 年 7—10 月的降雨量与负压计读数的对比图，由图中可见，每有降雨产生，负压计读数即急剧下降，呈现良好的对应关系。

由于本试区内土质含有较多砂石粒块，在土质不均匀密实的情况下，土壤的负压吸力往往不能反映真实情况，此项观测还有待进一步改进。

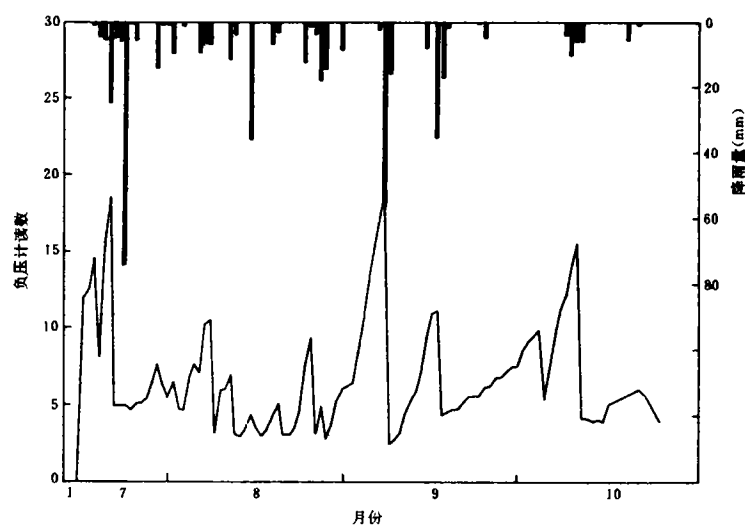


图 4 秭归试区 1 号地 1993 年夏降雨量与负压计读数对比图

Fig. 4 Comparison of precipitation to the measured values from tensiometer at Zigui experimental land No. 1 in 1993

6 王家桥小流域的降雨径流模拟

秭归水土保持试验站王家桥小流域，集水面积 16.7km²，流域呈窄条状，流域坡度较大，陡坡达 35°—45°，缓坡约 15°—25°，地表土壤为中性紫色土和石灰紫色土，地表复盖为荒草、

灌丛、梯地旱作和柑桔，坡脚有部分水田。

流域内有试验场，胡家院子各一个自记雨量计，乔家坡、王家岭各一个定时观测雨量器。流域出口的测验断面为一矩形宽顶堰，过水断面宽 20m，低水断面为一矩形小槽。

模拟 1993 年 5 月 26 日降雨径流过程，以胡家院子自记雨量计的降水记录为雨量过程分配，以 4 个雨量点观测值计算降雨量。计算时段采用 30 分钟，以初损后渗法计算净雨量，以克拉克单位过程线法推求径流过程。有关参数为：初损 5.80，均匀入渗率 2.20，集流时间 12 小时，槽蓄系数 1.20。据此模拟径流过程与实际观测径流过程的对比如图 5。

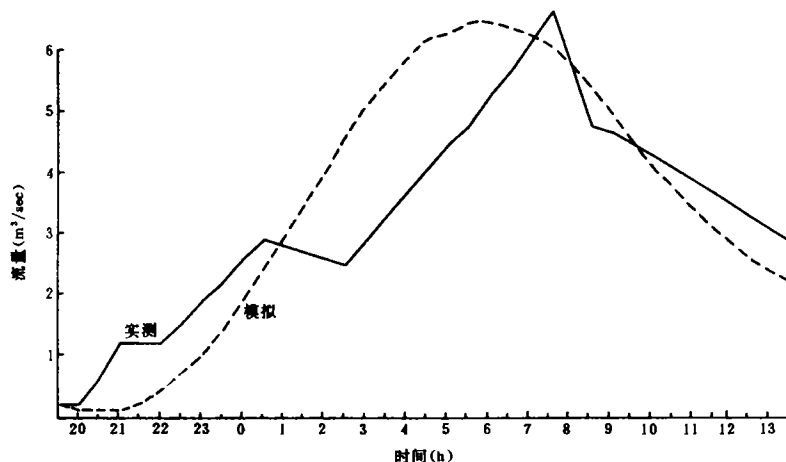


图 5 王家桥暴雨径流过程模拟图。

Fig. 5 Storm-runoff process simulation of Wangjia Bridge watershed

由图可以看出，模拟过程以目标函数最小的原则看基本可行，但计算过程线退水较快。

秭归地区山区小流域一般坡度较陡，地表土壤抗侵蚀力弱，属于防治水土流失重点保护区。造成水土流失的主要动力因素是夏季暴雨及其所形成的地表径流。本地区多短历时暴雨，强度大，在空间分布上也很不均匀，亦即存在较大的时空变化。由暴雨形成的地表径流具有山区洪水的特征，洪水过程线呈尖瘦状，涨峰时间短，洪峰高而总量小。集中的径流往往形成强烈的冲刷侵蚀，因此采用工程措施或生物措施，减少水土流失是很必要的，只有坡地的水分和土壤得到保持，才能改善生态环境，提供良好的农业生产条件。

参 考 文 献

- 1 陶诗言等. 中国之暴雨. 科学出版社, 1980.
- 2 美国陆军工程兵团工程水文中心. HEC-1 洪水过程线分析程序包用户手册. 1981.

CHARACTERISTIC ANALYSIS OF THE STORM AND HYDROLOGY IN THE ZIGUI REGION

Liang Jiyang

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract

To arrange migration from the submergible region in the Three Gorge Reservoir to the mountains, it is possible to bring about changes in water and soil conditions of terrain surface in the reservoir region. The storm is the most important dynamic factor causing erosion.

The paper analysed temporal distribution of the annual precipitation in the Ziqui region, and discovered very strong variation characters in the temporal and spatial distribution of storms. At the same time the paper described relevant hydrological factors, such as evapo-transpiration, moisture of the soil, etc. Then the storm-runoff process in the Wangjia Bridge catchment was simulated.

Key words Storm, Runoff process simulation