

川北紫色土区典型小流域径流特征分析

袁再健¹, 蔡强国², 卜崇峰^{2,3}, 冯明汉⁴, 李双喜⁴

(1. 河北科技大学经济管理学院, 石家庄 050018;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 中国科学院陆地水循环与地表过程重点实验室, 北京 100101;

3. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 4. 长江流域水土保持监测中心站, 武汉 430010)

摘要: 针对日益加剧的四川紫色土地区水土流失情况, 选取四川省南部县鹤鸣观小流域为研究区, 对其径流特征进行探讨分析。结果表明, 该流域径流季节变化与年际变化都较大, 降雨量与径流量、土壤侵蚀模数与径流之间相关性与流域水土保持措施的实施与否关系密切, 水土保持起到了很好的减水减沙效果。本研究为该区水资源合理利用与川北紫色土区流域水土流失机理分析以及区域水土保持治理提供了一定的科学依据。

关键词: 紫色土地区; 鹤鸣观小流域; 径流特征; 水土保持措施

中图分类号: S157;

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0300-03

Analysis of the Characteristics of Runoff in Typical Watershed of the Purple Soil Region in North Sichuan

YUAN Zai-jian¹, CAI Qiang-guo², BU Chong-feng^{2,3}, FENG Ming-han⁴, LI Shuang-xi⁴

(1. School of Economics & Management, Hebei University of Science & Technology, Shijiazhuang 050018, China;

2. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Key Laboratory of Water Cycle & Related Land Surface Processes, CAS, Beijing 100101, China;

3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences Beijing 100039, China;

4. Center Station of Soil and Water Conservation in the Changjiang River, Wuhan 430010, China)

Abstract: According to the aggravation status of water loss and soil erosion in the purple soil region, the authors took Hemingguan watershed of Nanbu county in Sichuan province as study region and investigated the watershed runoff characteristic of the watershed. The result showed that the seasonal and annual variation of the runoff was large. The correlation between the runoff volume and the rainfall or the soil erosion module and the runoff volume was effected by the implementation of the water and soil conservation measures. The water and soil conservation measures played an important role in reducing water and sediment. The research can offer the evaluation for rational using water resources, analyzing the mechanics of soil and water loss and regional soil and water conservation.

Key words: the purple soil region; Hemingguan small watershed; runoff characteristic; water and soil conservation measures

1 引言

四川盆地紫色土水土流失非常严重, 其侵蚀面积之广和侵蚀强度之大, 仅次于我国北方的黄土^[1]。并且由于紫色土易于发生土壤侵蚀以及人类的不合理利用, 四川紫色土区水土流失日益加剧, 土壤严重退化, 破坏了该地区的环境, 增加了农业生产的难度^[2]。因此, 控制四川盆地的水土流失, 改善该区环境, 其必要性不言而喻, 研究紫色土的侵蚀机制是治理该区水土流失的前提, 分析流域的径流特征可为流域侵蚀研究、合理开发利用流域水资源以及区域水土保持效益分析提供依据。

近年来, 许多专家学者运用不同方法对不同流域的径流特征做过一定程度的分析, 如: 马柱国利用葛洲坝、唐乃亥的月平均径流量资料分析了长江、黄河的径流量时变特征^[3]。

郭武采用湟水流域几个主要水文站的实测年径流序列, 分析了合川径流在地区上的分布规律以及年内年际间的变化, 并对洪水和枯水特性及河川径流的随机性进行了分析^[4]。蓝永超等根据相关水文气象台站的降水、气温和径流观测资料, 分析了以黑河、昌马河、西营河等河流为代表的河西内陆区出山径流的变化特征和规律^[5], 等等。这些研究大都针对具体的研究区域, 而在四川盆地紫色土地区的相关研究还未见报道。

为此, 本文针对四川紫色土地区小流域侵蚀产沙研究现状, 选取四川省南充市南部县鹤鸣观小流域为研究区, 分析了该流域的径流特征以及径流与土壤侵蚀的关系, 为进一步研究该区侵蚀产沙模型奠定了基础, 并为研究川北紫色土区水土保持效益提供依据。

* 收稿日期: 2005-12-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40271075); 长江水利委员会水土保持局支持项目; 中科院地理科学与资源研究所自然科学基金延伸支持领域前沿项目(CXIOG-A04-10)

作者简介: 袁再健(1976-), 男, 湖南武冈人, 博士, 主要从事 GIS 开发与应用研究; 通讯作者: 蔡强国。

2 研究区概况

鹤鸣观小流域位于东经 105° 44', 北纬 31° 31', 地处四川省南充市南部县升水乡, 流域面积 1. 83 km²。由三条主要小支沟组成, 沟网密度 2. 37 km/ km², 河床质为砂岩、块石及砂砾石等, 土壤以紫色土为主。该流域气候温和, 雨量充沛, 属亚热带季风气候。多年平均降雨量 803. 1 mm, 降雨量年际变化较大, 多年平均降雨天数为 142 d, 汛期(5~ 10 月) 降雨量占全年降雨量的 73. 5%, 以 7~ 9 月最为集中, 约占全年总降雨量的 58. 2%。从 1983 年开始, 1 号支沟出口站就开始观测, 2 号支沟出口观测站 90 年代中期被塘库所淹没, 被迫停止观测, 3 号支沟没设观测站, 因此这里研究观测数据系列最长的 1 号支沟, 其高差 314 m, 面积 0. 42 km², 干流长度为 0. 350 km, 沟道平均比降为 310‰。1990 年前后流域进行了以生物和工程措施相结合的水土保持治理工作, 治理前, 该流域水土流失面广, 侵蚀类型多样, 以中、强度侵蚀为主, 治理后, 林草覆盖率有所增加, 水土流失状况有所缓解^[6]。鹤鸣观小流域水系示意图见图 1:

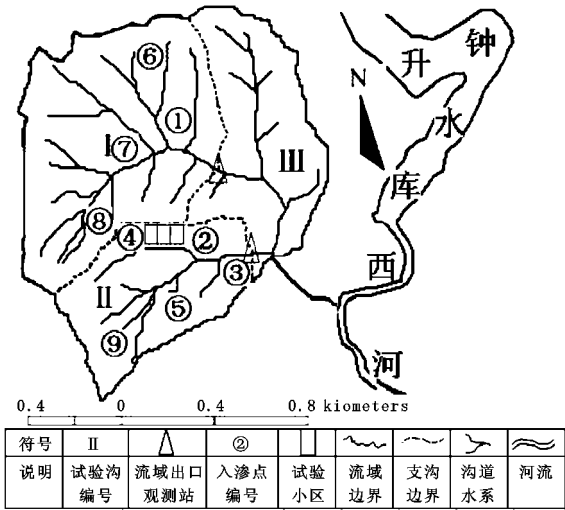


图 1 鹤鸣观小流域水系示意

3 径流季节变化与年际变化

该流域径流季节变化与年际变化都比较明显, 在 1985~ 2004 年中, 小流域径流集中在 5~ 10 月, 以 6~ 9 月份最为集中, 产流次数约占全年的 35. 56%, 径流量约占全年的 55. 6%。

通过鹤鸣观小流域的 17 年观测资料(见表 1) 分析得知, 这 17 年的平均径流量为 85 294 m³, 1994 年以前的径流量明显高于平均值, 1994~ 1996 年的径流量明显低于平均值, 96 年后稍高于平均值, 最大值(Q_{max}) 为 1989 年的 140 572. 8 m³, 最小值(Q_{min}) 为 1996 年的 6 220. 8 m³, 极值比(Q_{max} / Q_{min}) 为 22. 6 倍, 径流量变差系数 C_v 值为 0. 459。径流 C_v 值与年径流量的极值比反映一个流域的相对变化程度。 C_v 值与年径流量的极值比大, 反映径流的年径流变化剧烈, 反之则反映径流的年际变化平缓。

4 径流与降雨以及土壤流失关系分析

引起径流形成、变化的原因是多方面的, 可归为两类: 一是自然因素, 主要指气候变化, 如降雨、蒸发等; 另一类是人为因素, 主要是人类活动的影响, 如耕作措施、植树造林等水土保持措施。从表 1 得知, 在 1985~ 2004 年这近 20 年中, 鹤鸣

观小流域年降雨量、年径流量、蒸发量以及土壤流失量都有一定程度的变化, 其中降雨量与蒸发量的变化很小, 径流量变化较大, 土壤流失量变化最大, 其变差系数达 1. 418。分析径流与降雨以及径流与土壤流失的关系得知, 1990 年前(治理前), 流域的径流与降雨以及径流与土壤流失呈显著相关关系, 径流深与降雨量的线性相关系数达 0. 872, 土壤侵蚀模数与径流深的线性相关系数达 0. 796。1990 年后(治理后), 径流与降雨以及径流与土壤流失呈显著相关性明显变差, 径流深与降雨量的线性相关系数只有 0. 593, 土壤侵蚀模数与径流深的线性相关系数仅 0. 302, 见表 2。

表 1 鹤鸣观小流域 1 号支沟年降雨与径流以及土壤流失关系表*^[7]

年份	降雨量/mm	径流量/m ³	径流深/mm	水面蒸发量/mm	土壤流失量/t
1985	996. 1	106228. 8	312. 4	766. 3	805. 7
1986	591. 6	22232. 4	53. 1	750. 5	70. 3
1987	1146	165628. 8	395. 3	692. 7	1035. 5
1988	907. 4	109814. 4	262. 1	737. 4	543. 5
1989	983. 3	140572. 8	335. 5	667. 4	769. 7
1990	712. 5	72633. 0	173. 3	717. 5	55
1991	714. 0	66960. 0	159. 8	635. 5	161. 5
1992	737. 3	80532. 6	192. 2	670. 1	37. 3
1993	844. 9	114756. 5	273. 9	549. 7	165. 7
1994	514. 7	45436. 0	108. 4	580	1. 4
1995	633. 0	56999. 8	136. 0	656. 2	5. 0
1996	385. 2	6220. 8	14. 8	513. 6	0. 4
1998	891. 9	78456. 2	187. 2	634	10. 0
1999	906. 7	69882. 9	166. 8	889. 3	48. 3
2000	934. 4	96266. 9	229. 8	795. 2	45. 6
2001	835. 8	113114. 9	270. 0	949. 8	132
2004	917. 3	104261. 5	248. 8	808. 4	12. 1
平均值	803. 1	85294. 0	207. 0	706. 7	229. 4
C_v	0. 234	0. 459	0. 459	0. 158	1. 418

* 注: 缺 1997、2002、2003 年资料。

表 2 流域径流量与降雨量、径流量与侵蚀模数分析*

年份	方程	样本数	相关系数
	$Hs= 0. 581P- 251. 68$	16	0. 872
1985~ 1990	$Ms= 7. 312Hs- 412. 78$	16	0. 796
	$Hs= 0. 218P- 98. 23$	23	0. 593
1991~ 2004	$Ms= 0. 6653Hs+ 69. 97$	23	0. 302

* 注: 缺 1997、2002、2003 年资料。

流域的年降雨量、年蒸发量、地形地貌以及农业耕作措施等这些年没多大的变化, 但流域的径流量有变少的趋势, 径流量与降雨量、径流量与土壤侵蚀模数之间的相关性变化也很明显, 这些要归结于流域水土保持措施的影响, 水土保持措施的实施导致该流域土地利用方式的变化。治理后, 该流域的旱地、水田、林地的比例都有所增加, 但旱地与水田增加不多, 林地增加显著(由原来的 23. 1% 增加到 61. 5%), 荒地明显减少(由原来的 37. 3% 减少 5. 4%), 其它类型用地也减少了(由原来的 19. 2% 减少到 9. 2%)。

利用位于鹤鸣观小流域 1 号支沟左侧分水岭坡面的三个径流小区的多年观测资料进一步分析土地利用方式对流域径流的影响, 小区的坡度为 22~ 25°, 坡长 18 m(斜), 三个小区的地形条件(坡度、坡向与坡长) 以及土壤(典型紫色土)

类型基本相同, 号场为桉柏混交林处理小区, 号场为薪炭材处理小区, 号场为横坡垄作处理小区。分析 1991~2001 年中流域 19 场侵蚀性降雨(三个径流小区都有径流与侵蚀产生的降雨)小区的产流产沙特征(见图 2)得知, 这三个试验径流小区的径流系数都很小, 在相同的降雨条件下, 号径流小区的径流系数与侵蚀模数最大, 号场最小。号场减水减沙效益最显著, 号场最差。

这三个小区减水减沙效益显著不同的原因在于其土地利用方式的不同, 从而导致其植被覆盖的不同, 土壤结构也

因为植被根系的作用有所差异。植被对侵蚀的抑制作用表现在: 一是对降雨侵蚀力的影响, 二是植物根系及枯枝落叶层对下渗和径流的影响, 当降雨量和强度超过了植被拦截能力时, 可产生侵蚀。人工林达到一定的覆盖率时, 能截留较多的降雨量, 保护地面不受或少受水滴和流水的侵蚀, 减蚀作用明显^[8], 因此, 号场减水减沙效益明显。林草措施蓄水保土作用大小主要依赖于植物覆盖率的变化, 随着植物覆盖率的增加, 其作用愈加明显。

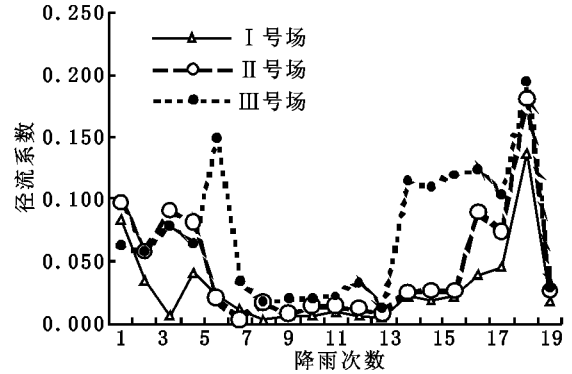
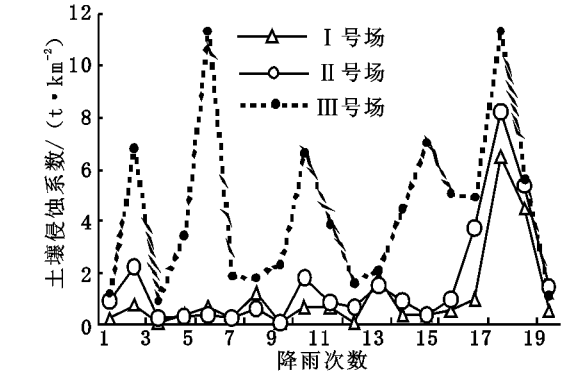


图 2 鹤鸣观小流域三个试验小区径流系数、土壤侵蚀模数比较图



5 结 论

通过对鹤鸣观小流域的径流分析, 得出以下结论:
(1) 鹤鸣观小流域径流量有很明显的季节变化与年际变化。年径流量极值比达 22.6 倍, 变差系数 C_v 值为 0.459。
(2) 治理后, 小流域的年径流量、产沙量有明显减少的趋

势, 流域生物工程措施的实施导致的土地利用方式变化是引起流域径流减少以及径流与降雨产沙和径流相关性变差的主要原因。

(3) 受资料限制(只有三个小区资料), 本文还不能定量、全面分析不同土地利用的水土流失特征。

参考文献:

[1] 《四川省农业资源与区划》编委会, 四川省农业资源与区划[M]. 成都: 四川省社会科学院出版社, 1986.

[2] 朱波, 陈实, 游祥, 等. 紫色土退化旱地的肥力恢复与重建[J]. 土壤学报, 2002, 39(5): 743-749.

[3] 马柱国, 葛洲坝、唐乃亥径流量的时变特征分析[J]. 高原气象, 1995, 14(1): 19-27.

[4] 郭武. 青海省湟水流域河川径流特征分析[J]. 干旱区研究, 1996, 13(2): 25-30.

[5] 蓝永超, 康尔泗. 河西内陆干旱区主要河流出山径流特征及变化趋势分析[J]. 冰川冻土, 2000, 22(2): 147-152.

[6] 川北低山深丘中度流失区小流域综合治理研究课题组. 川北低山深丘中度流失区小流域综合治理研究(两个综合治理模式研究)[Z]. 1997.

[7] 四川省升钟水土保持试验站, 升钟水土保持试验站小流域径流量和土壤流失量分布情况统计表[Z]. 2004.

[8] 张胜利. 水土保持减水减沙效益计算方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994. 90-145.

(上接第 299 页)

2.7 居民点绿化林

由于该地区长期受国家集水工程等项目的支持, 各家各户均有收集庭院、场院、房前屋后坡面雨水的集水窖等的工程措施, 因而一般有人工补水的条件, 再加上家庭养殖业的发展, 家畜家禽的粪便的投入, 使得土壤水分、肥力条件较其它均好, 应多种经济收益高的果、菜, 培养各种用途不同规格的用材林。充分利用有限的土地资源, 把种植业、养殖业和加工业, 统筹安排, 使发展经济和绿化、美化居住环境同步进行, 树种以新疆杨、河北杨、刺槐、白蜡、花椒、仁(肉)杏、苹

果、梨、李子等用材或经济林树种。

半干旱退化山区生态经济型防护林体系建设必须以防护林体系优化为突破口, 以林业自身建设和自我调整为先导, 通过持续稳定高效的防护林体系建设, 逐步使林业成为现行农业中的支柱产业, 从而带动和促进其它各业进行自我完善及自我调整, 使产业结构、资源分配科学化, 进一步通过农林牧各子系统内部的优化组合、协调发展, 促进大农业生态系统的良性循环, 实现农业高产、高效。

参考文献:

[1] 曹新孙. 农田防护林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983.

[2] 农业科学院造林治沙研究所. 新疆防护林体系的建设[M]. 乌鲁木齐: 乌鲁木齐人民出版社, 1980.

[3] 陶思明. 依靠科技进步保护和改善生态环境[J]. 农村生态环境, 1992, (1): 58-60.

[4] 赵凌泉, 等. 音河乡农田防护林胁地状况的调查研究[J]. 防护林科技, 1992, (1): 1-5.

[5] 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究第 1 集[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989.

[6] 李培成. 中国西北地区生态环境与再造山川秀美[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2002. 207-210.