

秦巴山区小流域综合治理对洪水的作用过程分析

王爱娟, 张平仓, 董峰

(长江水利委员会 长江科学院 水土保持研究所, 湖北 武汉 430010)

摘要: 采用小流域平行对比法, 分析秦巴山区小流域的次降雨洪水过程, 研究了水土保持综合治理对小流域洪水的作用过程。结果表明, 水土保持综合治理能够有效地延迟峰现时间 30~60 min, 对于不同的降雨量、降雨强度, 其削减洪峰流量的程度不同。其中削减洪峰流量 14%~90%, 使径流系数降低 25%~71%。调节降雨径流的年内分配, 使枯水期流量增大, 汛期流量减小。

关键词: 秦巴山区; 小流域综合治理; 洪水过程

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)03-0138-03

中图分类号: S157.2, P333.5

Effects of Soil and Water Conservation on Surface Runoff in Watersheds of Qinba Mountainous Region

WANG Aijuan, ZHANG Pingcang, DING Wenfeng

(Institute of Soil and Water Conservation, Changjiang River Water Resources Commission, Wuhan, Hubei 430010, China)

Abstract: The effects of soil and water conservation on surface runoff process in small watersheds of the Qinba mountainous region are analyzed by the parallel observation in two comparable watersheds. Comprehensive control of soil and water loss in the region can result in an increase in flood peak time by 30~60 min, and a decrease in runoff modulus by 25%~71%. Its effects are different for different rainfall intensities and rainfall amounts, and it decreases flood peak value by 14%~90%. It can also effectively retain precipitation in rainy season, and increase runoff in dry season.

Keywords: Qinba mountainous region; comprehensive management of small watershed; flooding process

秦巴山区是我国自然地理南北界区, 是南水北调中线重要的水源涵养区和保护区, 丹江口水库 70% 的水源来源于这里, 但该区水土流失严重, 以山区洪水为代表的各种灾害发育频繁。根据第 3 次遥感普查统计结果, 区域内中度以上水土流失面积占 70.61%。又根据全国山洪灾害规划资料, 1949—2000 年, 境内发生洪水灾害 8 251 次, 泥石流 2 141 条, 滑坡 1 452 次。据统计, 占长江流域 4.10% 土地面积的秦巴山区, 年均向长江输送泥沙 5.80×10^7 t (不包括推移质), 占长江流域输沙量的 12%。严重的水土流失破坏了水土资源, 削弱了流域内水土的涵养能力。在保护生态环境, 保护生物多样性中, 秦巴山区具有举足轻重的地位^[1-4]。从健康长江和生态环境整治的紧迫需要出发, 研究秦巴山区小流域综合治理具有重要的现实意义。

研究小流域鸚鵡沟流域和西沟流域位于秦岭东段南麓, 陕西省东南部的商南县境内, 地处长江的二级支流丹江中游地区。

1 研究区概况

鸚鵡沟小流域是商南县二期“长治”工程东北山流域的一条支沟, 位于县城东南约 2 km 处的城关镇五里铺村。流域面积 1.86 km², 流域内主沟长度为 3 232.90 m, 最大主沟道比降 0.014 1 m/m, 流域最大坡面比降 0.332 3 m/m, 属于多边形水系。流域大部分为低山丘陵地貌, 沟谷开阔, 最高海拔 824 m, 最低海拔 464 m。年平均降水量 736.8 mm, 其中 7—9 月这 3 个月的降水量占全年降水量 50% 左右, 且多以暴雨形式出现, 年径流深 261.3 mm, 径流总量为 5.34×10^5 m³。流域内土壤以黄棕壤为主, 质地多为沙壤, 有机质、微量元素较缺乏。受地形、土壤、气候等因子影响, 植被类型以常绿阔叶落叶林为主。人口密度为 359 人/km²。

在治理以前, 鸚鵡沟流域的土地利用状况为: 耕地 71.12 hm², 林地 61.63 hm², 荒山荒坡 47.70 hm², 水域 2.06 hm², 其它 3.15 hm², 分别占土地总面积的

收稿日期: 2007-01-18

资助项目: 长江上游水土保持委员会水土保持局项目“秦巴山区小流域综合治理防洪减灾效益研究”(2004191-TB06)

作者简介: 王爱娟(1981—), 女(汉族), 宁夏回族自治区银川市人, 硕士研究生, 研究方向为水土保持。E-mail: wang-ai-juan@163.com。

38.3%, 33.2%, 25.7%, 1.1% 和 1.7%。在 71.12 hm^2 耕地中, 有 25° 以上的坡耕地 30.8 hm^2 , 10° ~ 25° 的坡耕地 19.13 hm^2 , 10° 以下的 21.19 hm^2 , 且全部分布在沟道中。土地利用结构不合理, 土地利用率低。自 2001 年鸚鵡沟小流域被列入商南县二期“长治”重点治理小流域以来, 采取了坡面治理措施和沟道治理措施相结合的治理方针。其中坡面治理以林草措施为主, 配以适量的工程措施, 采取的主要措施为在退耕的坡耕地和荒山荒坡共实施了水保林 49.87 hm^2 , 经济林 46.27 hm^2 , 种草 10.8 hm^2 。工程措施为采用钢砼构件筑坎造田 8.93 hm^2 。沟道治理措施主要为在沟道内布置了 3.8 km 的路堤结合工程, 2.3 km 的防洪排涝工程, 改造沟台地 23.27 hm^2 。

对比流域西沟小流域为商南县城关镇豹子河流域的一条小支沟, 自然地理与鸚鵡沟类似。西沟流域面积 1.2 km^2 , 流域主沟长 2 557.9 m, 最大主沟道比降 0.029 1 m/m, 流域最大坡面比降 0.389 4 m/m, 属于羽毛形水系。目前还没有进行任何水土保持治理, 土地利用类型主要有坡耕地 0.895 km^2 , 沟台地 0.134 km^2 , 林地 0.099 km^2 , 荒山 0.072 km^2 。流域内荒山荒坡以及坡耕地的面积占到全流域总面积的 60% 以上。

表 1 对比流域典型洪水特征值

流域名称	洪号	最大雨强/ ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)	降雨历时/ min	降雨总量/ mm	降雨开始时间	产流开始时间	峰现时间	洪峰径流模数/ ($\text{L} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	径流系数
鸚鵡沟	20050817	0.18	1 380	45.50	1:00	1:30	4:00	1 599.44	0.425
西沟	20050802	0.41	900	48.60	1:00	5:40	8:10	3 396.08	0.567
鸚鵡沟	20050819	0.10	1 440	32.40	1:00	2:40	6:40	240.16	0.090
西沟	20050819	0.15	1 440	32.80	1:00	2:40	5:40	621.67	0.148
鸚鵡沟	20060704	0.45	360	28.60	8:10	9:40	14:00	1 019.62	0.214
西沟	20060704	0.45	360	28.60	8:10	9:20	11:00	1 838.75	0.434
鸚鵡沟	20060720	0.90	60	30.00	18:00	18:30	19:20	103.01	0.032
西沟	20060720	0.90	60	30.00	18:00	18:20	18:50	1 617.50	0.111

从对比流域典型洪水特征值(表 1)可以看出, 在总降雨量和降雨历时相同或相近的情况下, 已治理流域(鸚鵡沟流域)的产流时间和峰现时间均较未治理流域(西沟流域)延迟, 且洪峰径流模数、径流系数也较西沟流域小。

以 20050819 号洪水来看, 鸚鵡沟的洪峰流量较西沟晚 1 h 出现, 鸚鵡沟的洪峰径流模数为 240.16 $\text{L}/(\text{km}^2 \cdot \text{s})$, 西沟的洪峰径流模数为 621.67 $\text{L}/(\text{km}^2 \cdot \text{s})$, 后者是前者的 2.60 倍, 鸚鵡沟流域的径流系数为

2 研究方法

采用小流域平行对比的方法, 对上述两对比流域的 2005—2006 年实测洪水过程进行对比分析, 研究水土保持综合治理对流域洪水过程的作用, 并通过对比研究流域枯水期和汛期常流量和流量模数, 分析水土保持综合治理对流域洪水年内变化的影响。

由于山区降水在空间上表现出很大的变异性, 为使实测降雨数据能反映各个流域特点, 根据流域面积大小, 在研究流域内分别布置了雨量观测站各 1 个, 并在流域出口设立了水位观测站。降雨量用 DSJ2 型虹吸式雨量计观测, 径流过程采用 SW40 型日记式水位计自动记录, 必要时辅之以人工观测。

3 结果分析

3.1 对比流域典型洪水特征值的比较分析

分析统计研究流域内 2005—2006 年观测的降雨径流过程, 选择 5 场共 4 组典型的降雨径流过程, 根据各次降雨、洪水过程所测得的数据, 为保证数据精度, 以 10 min 为时段统计鸚鵡沟和西沟流域的 10 min 最大雨强、峰现时间、洪峰径流模数和径流系数等洪水特征值, 如表 1 所示。

0.09, 西沟流域的是 0.15, 后者是前者的 1.60 倍。统计计算得出, 水土保持综合治理能够有效地延迟峰现时间 30~60 min, 对于不同的降雨量、降雨强度, 其削减洪峰流量的程度不同, 削减洪峰流量 14%~90%, 径流系数降低 25%~71%。

3.2 对比流域典型洪水过程比较分析

为了更加直观地分析水土保持综合治理对流域洪水过程的影响, 将对对比流域的降雨洪水过程绘制如图 1—4 所示。

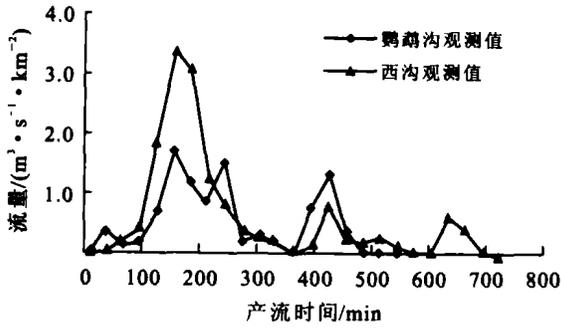


图1 鸚鵡沟 20050817 号、西沟 20050802 号洪水过程线

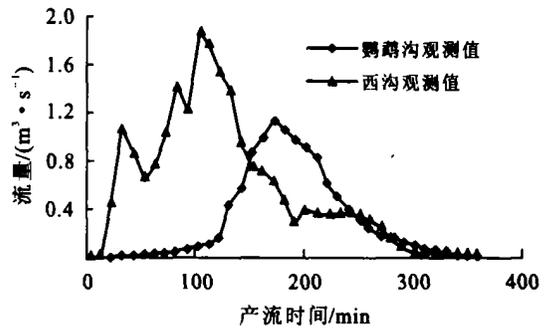


图2 鸚鵡沟、西沟 20060704 号洪水过程线

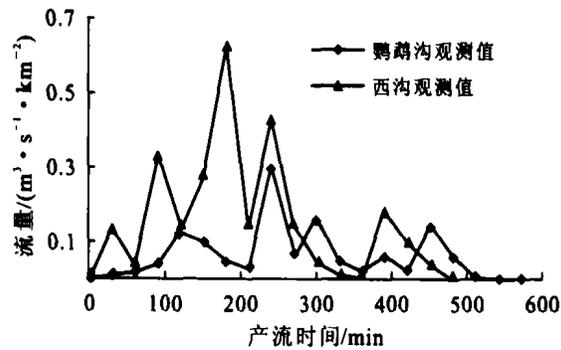


图3 鸚鵡沟、西沟 20050819 号洪水过程线

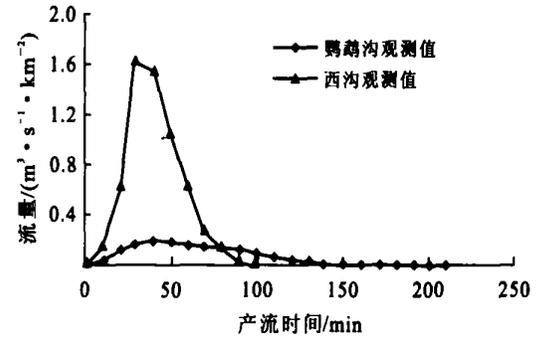


图4 鸚鵡沟、西沟 20060720 号洪水过程线

从 2 条对比流域的 4 次洪水过程线来看,在降水条件基本相似的情况下,水土保持措施使治理流域的暴雨洪峰流量、洪水总量和单位时间的产洪量减少。对于同一场降水过程,未治理流域洪水过程线较已治理流域洪水过程线尖瘦,显示出陡涨陡落的特点。以鸚鵡沟 20050817 号洪水和西沟 20050802 号洪水来看,两场降雨总量相似,峰现时间均在产流开始后的 150 min,治理流域的峰值流量是 $1.699 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{s})$,而未治理流域的峰值达到 $3.396 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{s})$,后者是前者的 2 倍。而 2006 年 7 月 20 号这场降雨,治理流域鸚鵡沟的峰现时间比西沟流域晚 30 min,其洪峰流量为 $0.203 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{s})$,西沟流域的洪峰流量为 $1.617 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{s})$,后者是前者的 8 倍,西沟流域的洪水从涨水到退落总共在 100 min 以内,而鸚鵡沟达到了 200 min,说明治理流域调蓄可以抑制该雨强下短历时降雨所产生洪峰,起到一定的削峰作用。

3.3 对比小流域年内径流变化分析

由于该区降水季节分配不均,7—9 这 3 个月的降雨量占全年降雨量的 50% 左右,汛期沟道径流呈暴涨暴落的特点,并往往形成洪水及泥石流、滑坡灾害。枯水期常水流量较小,加之春季作物需水灌溉,又因常水流量不足而难以满足要求。水土保持综合治理增加了流域拦蓄降水的能力,使流域蓄水量增

加,在一定程度上改变了山区河流径流的年内分配,减少了洪峰流量,增加了枯水流量。治理流域的沟道工程措施,提高了山区河流的蓄水能力,有效地减小了发生洪灾的机率。通过沟床两岸和沟底的渗漏,可以使非汛期常水流量增加。林草措施通过截留降低水流速度,增加流域的蓄水量,使得汛期流量减少,枯水期常水流量增加。总之,水土保持综合治理措施,调节径流的季节分配,有效地增加了枯水期常水流量。通过现场调查和访问,研究流域在汛期(7—9 月)和枯水期(2—4 月)的径流量和径流模数如表 2 所示。

表 2 汛期、枯水期径流量及径流模数

流域	径流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$		径流模数/ $(\text{L} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	
	枯水期	汛期	枯水期	汛期
鸚鵡沟	0.056	0.090	30.108	48.387
西沟	0	0.073	0	60.833

枯水期(2—4 月),经过治理的鸚鵡沟流域保持有一定的枯水流量,而西沟流域基本干枯;在汛期(7—9 月),西沟流域的径流模数是鸚鵡沟流域的 1.5 倍左右。水土保持措施有效调节降雨径流的年内分配,使枯水期流量增大,汛期流量减小。

(下转第 170 页)

3.3 建立资源价格体系

对于城市供应资源和小区循环利用资源实行不同的价格体系。总的原则是既要有利于节约社会资源,又要使居民尝到使用小区提供循环使用资源的好处。例如将中水的价格确定为饮用水 50%~70%。这样以价格为导向,既可有效地鼓励中水设施的建设、使用,产生环境效益的同时产生经济效益,使污水回用、中水利用健康发展。

3.4 通过宣传和引导,使节能和治污成为自觉行动

通过小区的媒体、公共场所宣传节能、节水和治污的政策、方针和其重要、必要性,使广大居民首先从思想上有一个正确的认识,进而从行动上按照生态住宅小区的要求进行节能和治污,最终使之成为他们的自觉行动。

4 结语

建设生态住宅小区,利用水的可循环规律,建设水资源的收集、回收与处理系统,强化和提升水的循环,深层次开发利用水可循环的特点,一方面是解决

城市用水供需矛盾的根本途径,另一方面也是确保减少城市水土流失和促进城市生态环境建设的重要措施。在高新技术的支撑下,在法律法规等的保障下,充分利用雨水、污水以及中水回用,将成为一条更符合自然规律的崭新的水资源综合利用模式,将大大推动生态住宅小区的发展,也将大大推动城市生态环境建设的步伐。

[参 考 文 献]

- [1] 吴长文. 城市水土保持与城市水土景观生态建设[J]. 水土保持通报, 2006, 26(1): 封 2.
- [2] 景星蓉, 张健, 林勇. 绿色生态住宅小区的开发与建设[J]. 重庆大学学报, 2003, 26(6): 105—108.
- [3] 陈辅利, 高光智, 巩晓东. 生态住宅小区的水循环利用系统[J]. 大连水产学院学报, 2004, 19(2): 110—114.
- [4] 杨战社, 陈菲. 生态小区水资源的开源节流[J]. 住宅科技, 2005(7): 27—28.
- [5] 杨倩红. 小区污水再利用浅议[J]. 住宅科技, 2003(3): 43.
- [6] 吕维娅, 张瀛洲, 关丹桔. 利用雨水作为景观用水水源的设计应用研究[J]. 给水排水, 2004(10): 75—78.

(上接第 140 页)

4 结论

通过对鸚鵡沟和西沟两条对比流域的分析研究, 结果发现, 经过治理的鸚鵡沟流域汛期在降雨量、降雨强度相似的情况下, 水土保持措施在减弱地表径流、延长洪峰历时、削减洪峰流量等方面发挥了明显的作用, 径流模数、径流系数等洪水特征值均明显小于未治理流域西沟流域。

在枯水期, 治理流域流量较未治理流域的大, 说明水土保持措施调节了径流, 使枯水期径流量占年径流量的比例提高。虽然鸚鵡沟流域仅治理了 5 a, 但

是水土保持措施对洪水的抑制和调节作用均已经明显反映出来。

[参 考 文 献]

- [1] 刘震, 郭索彦, 张文聪, 等. 水土综合整治是秦巴山区防洪减灾和改善生存环境的必然选择[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(4): 1—5.
- [2] 查轩, 唐克丽. 水蚀风蚀交错带小流域生态环境综合治理模式研究[J]. 自然资源学报, 2000, 15(1): 30—37.
- [3] 孙果梅, 况明生, 曲华, 等. 秦巴山区地质灾害研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(5): 240—243.
- [4] 何家理. 秦巴山区生态环境建设的基本经验与问题研究[J]. 唐都学刊, 2005, 21(3): 53—57.