

黄土丘陵沟壑区典型流域土地利用变化 对水沙关系的影响

刘淑燕¹, 余新晓¹, 信忠保¹, 李庆云¹, 李海光¹, 雷凤燕²

(1. 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083,

2. 内蒙古通辽市绿色食品发展中心, 通辽 028000)

摘 要:以黄土丘陵沟壑区内相邻的2条支沟(桥子东沟和桥子西沟)为研究对象,基于遥感影像获得土地利用数据,利用水文站1986–2004年观测的次降雨–径流–泥沙过程资料,研究了小流域土地利用变化(主要以增加水土保持措施为主)对径流输沙的影响。结果表明:在黄土丘陵沟壑区,增加土地利用/土地覆被能够有效地减少小流域的径流量、产沙量;在次降雨量、降雨强度较小,土地利用变化不明显的情况下,两流域次降雨水沙关系差异不显著,在次降雨量、降雨强度较大和土地利用变化明显时,两流域次降雨水沙关系差异显著,坡耕地改梯田的农田水利建设可能是导致水沙变化的主要原因。

关 键 词:土地利用变化;径流量;产沙量;水沙关系;黄土丘陵沟壑区

1 引言

土地利用/植被覆被对流域水文环境、水文过程、水文通量、水量平衡、水文化学以及流域生态系统动态都会产生十分重要的影响^[1–2]。土地利用/植被覆被一方面影响流域的蒸发散性能,另一方面通过地表覆被类型及程度的改变显著影响地表径流的产生,影响土壤的入渗特征,进而影响流域地下水形成,从而使流域产汇流量与过程发生改变^[3],增加植被以及增加不同的水土保持生物与工程措施,都会改变流域的水文循环过程。已有大量植被减水减沙研究的报道,但是对于不同的研究尺度,也有不同的研究结果,有的研究认为林果面积增加、农田草地面积减少使产水量减少^[3],有的研究则认为森林的存在增加了径流量^[4];在坡面尺度上得到的结论基本上是流域产水产沙量随植被覆被的减少而增大^[5],并且减沙效益要明显大于减水效益^[6–11]。

黄土高原是我国生态环境建设的重点地区,近几年大量水土保持措施的实施,在很大程度上改变了区域的土地利用结果,也改变了区域的水循环和河道的冲淤过程。然而,各种水土保持措施的组合减水减沙机制这一问题,即植被覆盖、水土保持措施的实施,改变了土地利用的方式,使得流域的产水产

沙发生改变,多数研究者认为,增加植被覆盖能减少地表径流和产沙,但是对于地表径流量和产沙量之间的关系是否发生改变,研究的较少,仅有郑明国对黄土高原羊道沟和插财主沟的研究表明增加植被覆盖不会改变流域的水沙关系^[12–13]。但是不同的次降雨量、次降雨强度、土地利用变化对流域的水沙影响还有待研究。因此,本文以桥子东沟和桥子西沟为对比流域,研究其土地利用/植被覆被变化(主要以增加水土保持措施)在不同的次降雨量、次降雨强度下,两流域出口次降雨径流量和侵蚀量的关系,利用径流量和产沙模数关系模型来分析流域的水沙关系,以期科学地评价流域内以还林还草为主的水土保持措施的减水减沙效益分析提供科学依据。

2 研究区概况

桥子沟流域位于甘肃省天水市秦城区北郊(105°43'E, 34°34'N),属黄土丘陵沟壑区第三副区,流域多年平均降水量529.7 mm,降水年际变幅大,年内分配不均,5–10月份降水量占全年降水量的83.5%,汛期多以暴雨形式出现,土壤侵蚀严重。流域地表主要以黄土质黑褐土分布最广,约占流域面

收稿日期:2010-01; 修订日期:2010-03.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40871136).

作者简介:刘淑燕(1979–),女,内蒙古赤峰人,在读博士,主要从事生态水文、水土保持方面的研究。E-mail: lshyaaa@126.com

积 60%,其次为红色黄土质黑褐土型粗骨土,约占流域面积 20%。两流域面积 2.45 km²,按地形可分为桥子东、西两条独立的支毛沟。桥子东沟流域面积 1.36 km²,桥子西沟流域面积 1.09 km²,主要地理特征见表 1、2。桥子东、西沟两流域自然条件基本相似,其中东沟为治理流域,在流域主要沟坡和部分坡面上有刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、山杨(*Populus davidiana*)、榆(*Ulmus pumila*)、山杏(*Prunus sibirica*)林地和人工草地,流域内修有梯田;西沟为对比试验小流域,无水土保持措施。桥子东西沟野生草本植物主要有白草(*Pennisetum flaccidum*)、鹅冠草(*Roegneria kanoji*)、硷草(*Elymus dahuricus*)、蒿类(*Pedicularis*)等。

3 研究方法

3.1 数据采集

数据来源于黄河水利委员会甘肃天水水土保持试验站。流域内均匀布设 4 个雨量站,以泰森三角形面积权重值计算获得降雨量平均值。桥子东沟径流站测流建筑物为三角形测流槽,桥子西沟为梯形测流槽,径流测定在小水时用接流筒按体积法施测,洪水时用率定水位流量关系曲线和浮标法测速计算流量两种方法同步进行,对照检查,沙样采用置换法处理。

3.2 土地利用变化

研究区的土地利用数据来源于 1985、1995、2004 年 3 期的遥感影像,通过对遥感影像数据进行地理坐标配准和几何精校正,结合野外实测调查,然后在经过几何精校正的遥感影像上进行计算机屏幕人机交互判读土地利用类型划分采用中国科学院资源环境数据库中的 1:10 万土地利用分类系统,并根据桥子东西沟流域土地利用特点,将流域土地利用类型划分为 9 个类型:坡耕地、梯田、有林地、草地、灌木林地、疏林地、果园、居住工矿用地以及裸地。桥子西沟土地利用类型自 1985 年至 2004 年保持

一致。桥子东沟 1995–2004 年两期的土地利用分类及各类型面积比例相差不大,但与 1985 年相差较远,因此选择 1985 和 1995 年两期分析。表 3 为桥子东、西沟 1985、1995 年各土地利用类型面积比。

自天水水土保持试验站建站以来,桥子东、西沟即作为对比试验流域,其中西沟一直未进行治理,而东沟间断性的实施了水土保持措施。治理措施主要是种植植被和修建梯田,植被类型主要包括刺槐、山杏和草地,无沟道工程措施。从表 3 中可以看出:在 1985 年,桥子西沟与桥子东沟均以坡耕地为主,西沟占流域总面积的 77.5%,东沟占 53.7%,经过 10 年的治理,桥子东沟坡耕地大量减少,占流域面积 8.31%,梯田、有林地、疏林地、果园等面积大量增加,分别占整个流域面积的 27%、18%、18%和 15%,森林覆被率达到 44.43%,林草分布较为合理,易发生侵蚀的沟坡均有植被。而桥子西沟一直没有进行人为的正向干扰,没有采取任何水土保持措施,植被稀疏。

4 结果与分析

4.1 相同降雨情况下土地利用变化对径流产沙的影响

在复杂的黄土丘陵沟壑区,土壤侵蚀几乎是几次大的暴雨产生,为分析土地利用/植被覆被变化

表 1 桥子东西沟流域主要地形特征表

Tab.1 The main topographic characters of Qiaozidong and Qiaozixi watersheds

流域名称	面积/km ²	流域形状	流域长度/km	平均宽度/km	形状系数	沟道比降/%	相对高差/m	沟壑密度/(km·km ⁻²)
桥子东沟	1.36	半扇	2.00	0.68	0.34	8.0	377	5.13
桥子西沟	1.09	羽状	2.18	0.50	0.23	8.0	377	5.09

表 2 桥子东西沟流域坡度组成表

Tab.2 The slopes in Qiaozidong and Qiaozixi watersheds

流域名称	0~5°	5~10°	10~15°	15~20°	20~25°	>25°
桥子东沟/%	5.38	38.17	44.27	1.16	0.42	10.60
桥子西沟/%	6.46	63.83	14.60	2.22	3.14	9.75

表 3 桥子东、西沟流域土地利用类型面积比例

Tab.3 Area proportion of different land use types in Qiaozidong and Qiaozixi watersheds

土地利用类型	有林地	草地	梯田	坡耕地	灌木	疏林地	果园	裸地	居民用地
西沟面积	1985	0.9	0.6	3.1	84.5	1.2	0.0	0.7	15.8
比率/%	1995	0.98	0.55	3.05	84.48	1.20	0.00	0.65	15.81
东沟面积	1985	19.0	3.3	21.9	73.7	2.0	12.5	2.2	1.1
比率/%	1995	25.30	0.82	36.72	24.48	1.77	23.53	21.62	1.63
面积变化/%		6.26	-2.45	14.82	-49.23	-0.27	11.02	19.45	0.54
东西沟面积	1985	13.1	1.9	23.3	0.4	13.7	0.9	13.3	9.2
积比/%	1995	17.7	0.2	24.1	-59.4	0.2	17.3	15.4	-13.4

对径流产沙的影响,本文选取流域内相同的几次降雨,分析土地利用变化对径流产沙的影响。

从表 4 可以看出:在相同次降雨量情况下,桥子东沟的径流模数明显较桥子西沟减少,减少率在 12%~79%之间,平均减少为 38.32%;次降雨侵蚀模数也基本呈现明显的减少规律,减少率在 4%~80%,平均减少 42.1%,说明土地利用变化对于径流量和产沙量都有减少作用,并且减沙量的作用更加明显,这与袁希平等^[7],侯喜禄等^[11]的研究结果一致。降雨量较小的次降雨过程,相对比的两个流域减少径流量更加明显,对于次降雨侵蚀模数影响较小,例如,单次降雨量为 12.8 mm 时,桥子东沟相对于桥子西沟减少的径流模数为 12.93%,而侵蚀模数只减少 3.50%,这主要是因为降雨量较小时,由于植被的截留,根系的入渗,减少了大部分形成径流的降雨量,而由于松散的黄土又为径流提供了充足的沙源,使得较小的径流过程也能达到饱和输沙量,相对于产沙量减少率高^[13](图 1)。

4.2 不同降雨情况下土地利用变化对流域水沙关系的影响

黄土丘陵沟壑区降雨与产沙的关系比较复杂,但是不同地区的流域本身都存在较好的水沙关系^[14-15]。大多数学者研究的结果,对于径流深和产沙模数的拟合一般采用幂函数形式^[16]或线性函数形式^[17],从回归的效果看,两种形式对水沙关系都有很好的拟合效果。本文对两流域 1986~2004 年内次降雨资料进行统计,由于资料所限,观测到桥子东沟 17 次次降雨,桥子西沟 29 次降雨,根据次降雨量和雨强对两流域次降雨进行分类,分别讨论不同降雨情况下,两流域的水沙关系变化。

根据降雨的类型和雨强,对两流域降雨进行分类(表 5)。

(1) 不同降雨量情况下,两流域水沙关系变化在降雨量小于 10 mm 时,产生径流的情况很少,本文不考虑,以次降雨大于 10 mm 的情况下进行分析,图 2、3 为不同降雨量情况下,两流域的次降雨径流量和次降雨产沙模数之间的关系。

(2) 在相同的降雨强度情况下,东西沟径流产沙关系。

(3) 在相同时期不同土地利用情况下,东西沟径流产沙关系。

从以上 3 种情况(不同的次降雨量、雨强、土地利用)来看,次降雨的产沙模数和径流量之间的

线性关系式的斜率,以 K 来表示,东沟 K 的值从 242.32 到 394.16 不等,西沟 K 的值从 327.83 到 564.71 不等,均表现为西沟大于东沟,即植被覆盖度小的流域单位径流深的输沙能力大于植被覆盖大的东沟流域。表 6 中, K_2/K_1 的比值从 1.11 到 1.56 不等,也说明了在任何情况下,即在降雨量、降雨强度较小,土地利用变化不大的情况下,两流域水沙关系差异不显著, K_2/K_1 的比值分别为 1.15、1.1 和 1.1,在降雨量、降雨强度和土地利用变化较大时,两水沙关系差异显著, K_2/K_1 的比值分别为 1.45、1.44 和 1.56,这其中的原因可能是坡耕地改梯田的农田水利建设导致的。

从径流量和产沙模数之间的关系的决定系数 R_2 来看,以上 3 种情况与 K 并不完全相同, R_2 的大小反映了径流深和产沙模数之间的拟合程度,多数情况下都是西沟的决定系数都大于东沟,这是由不

表 4 典型次降雨流域径流产沙对比分析

Tab.4 Comprison of runoff and sediment yield in a single storm

序号	降雨量 /mm	次降雨径流模数/(m ³ /hm ²)			次降雨侵蚀模数/(t/hm ²)		
		桥子东沟	桥子西沟	东西沟径流模数比/%	桥子东沟	桥子西沟	东西沟侵蚀模数比/%
1	27.6	11.10	20.78	46.59	2.80	5.67	50.51
2	17.1	1.34	2.53	47.10	0.64	0.95	33.25
3	80	163.21	247.87	34.15	48.13	87.83	45.20
4	12.8	23.23	26.68	12.93	8.55	8.86	3.50
5	29	29.27	41.41	29.33	13.94	24.79	43.78
6	28.8	6.10	8.22	25.85	0.89	1.39	36.00
7	13	1.56	2.26	30.85	0.82	1.04	20.82
8	29.4	5.40	26.61	79.71	3.11	15.81	80.30

表 5 两流域次降雨分类

Tab.5 The classification of single storms

		雨型/mm			平均雨强/(mm/min)		
		<10	10~50	>50	<2	2~15	>15
东沟	次数	2	11	4	1	14	4
	频率	11.76	64.71	23.53	5.88	82.35	23.53
西沟	次数	1	24	4	1	24	4
	频率	3.57	85.71	14.29	3.57	85.71	14.29

表 6 次降雨径流量和产沙模数的回归分析

Tab.6 The regression analyses of runoff and sediment yield

	分类	K_1	K_2	K_2/K_1	R_1^2	R_2^2
降雨量 /mm	10<p<50	317.71	366.56	1.15	0.7968	0.7443
	p>50	242.32	350.60	1.45	0.9784	0.9916
雨强 /(mm/min)	1<I<15	296.19	328.48	1.11	0.4984	0.9473
	I>15	391.15	564.71	1.44	0.9774	0.9843
土地 利用	1986-1995	296.39	327.83	1.11	0.4433	0.936
	1996-2004	353.01	552.44	1.56	0.9698	0.9793

注: K_1 为东沟斜率系数, K_2 西沟斜率系数, K_2/K_1 西沟与东沟斜率系数比, R_1^2 东沟决定系数 R_2^2 西沟决定系数。

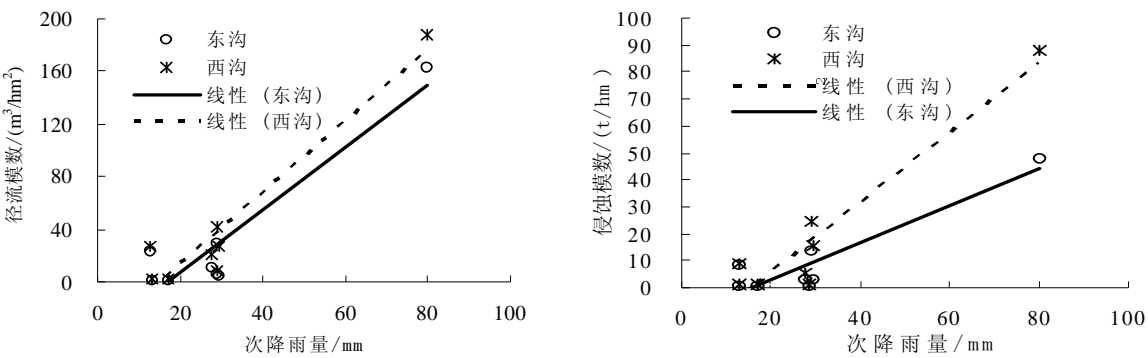


图 1 流域典型次降雨量与径流模数和侵蚀模数的关系图
Fig.1 The relationship between rainfall and runoff modulus and erosion modulus

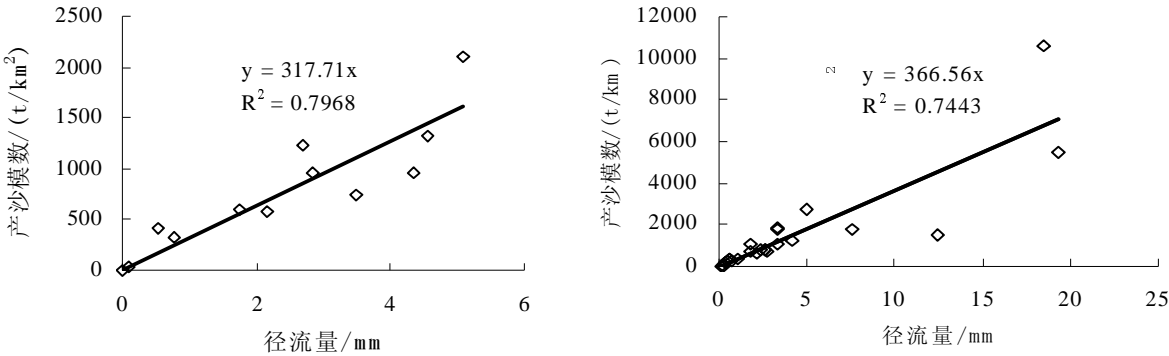


图 2 次降雨量 $10 < p < 50 \text{ mm}$ 情况下桥子东西沟径流与产沙量的关系

Fig.2 The relationships between runoff and sediment yeild in Qiaozidong and Qiaozixi watersheds ($10 < p < 50 \text{ mm}$)

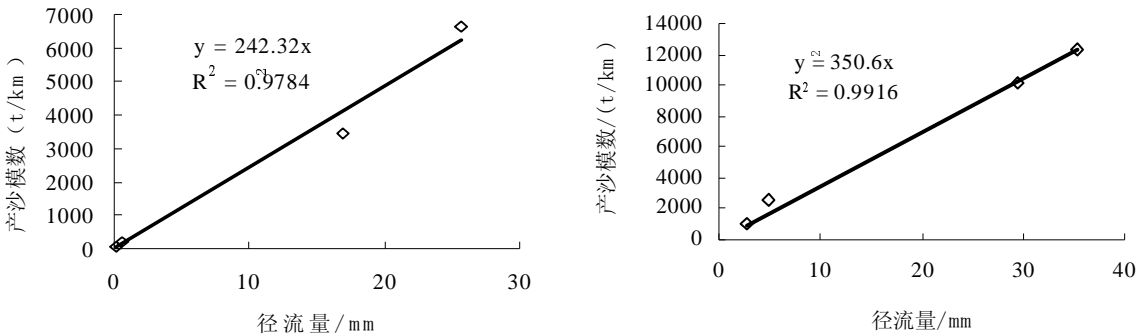


图 3 次降雨量 $p > 50 \text{ mm}$ 情况下东西沟径流与产沙量的关系

Fig.3 The relationships between runoff and sediment yeild in Qiaozidong and Qiaozixi watersheds ($p > 50 \text{ mm}$)

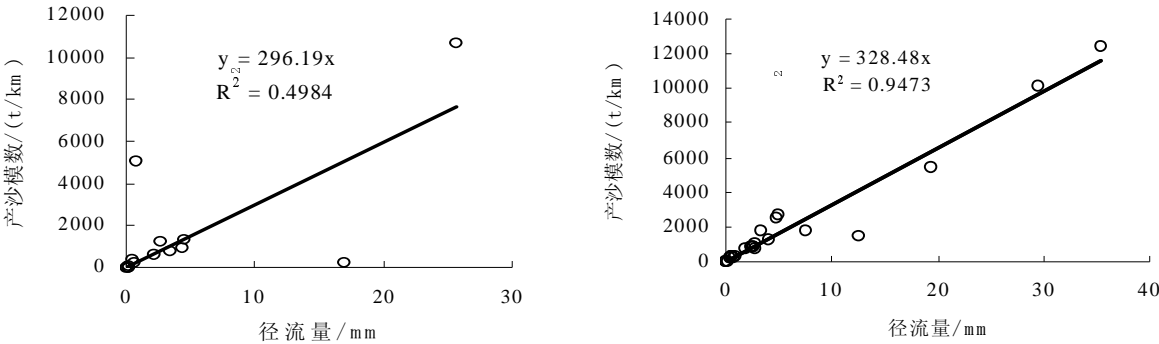


图 4 次降雨强度 $1 < I < 15 (\text{mm}/\text{min})$ 情况下东西沟径流与产沙量的关系

Fig.4 The relationships between runoff and sediment yeild in Qiaozidong and Qiaozixi watersheds ($1 < I < 15 \text{ mm}/\text{min}$)

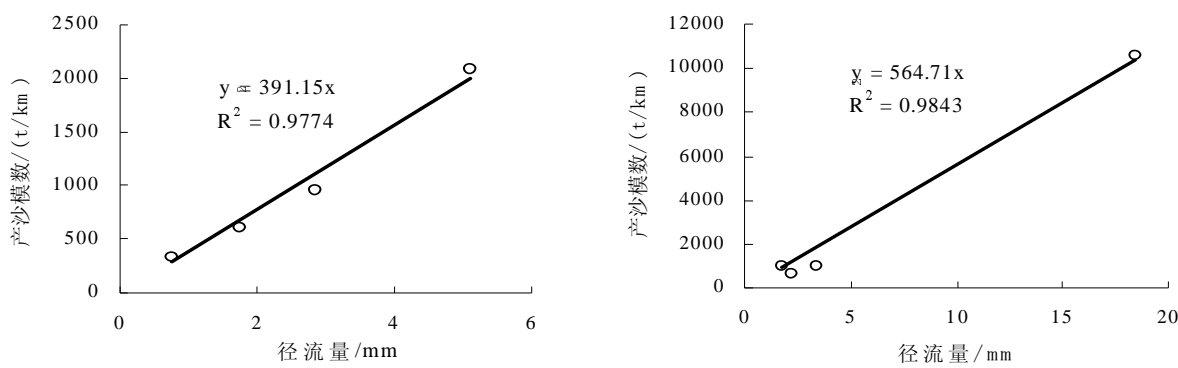


图 5 次降雨强度 $I>15(\text{mm}/\text{min})$ 情况下东西沟径流与产沙量的关系

Fig.5 The relationships between runoff and sediment yeild in Qiaozidong and Qiaozixi watersheds ($I>15\text{mm}/\text{min}$)

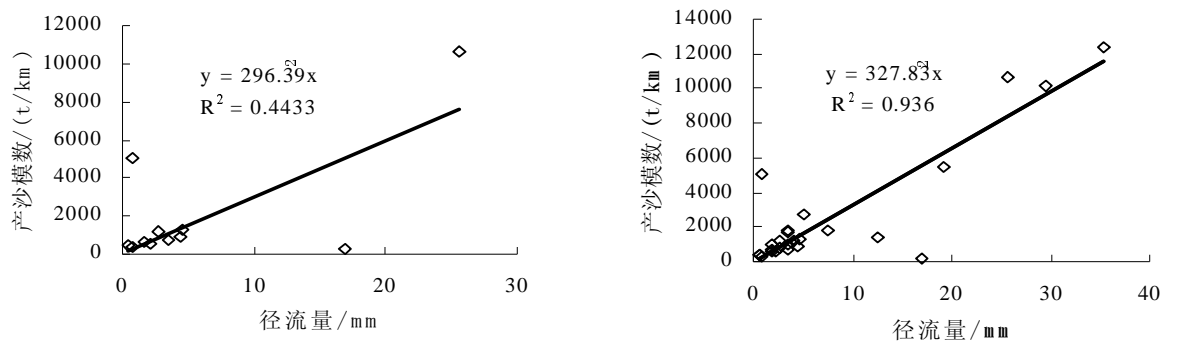


图 6 1986-1995 年东西沟径流与产沙量的关系

Fig.6 The relationships between runoff and sediment yeild in Qiaozidong and Qiaozixi watersheds during 1986-1995

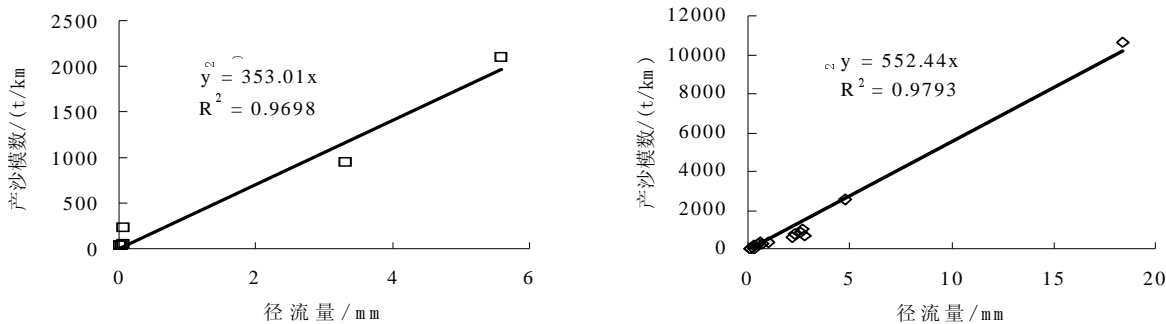


图 7 1996-2004 年东西沟次降雨径流与产沙量的关系

Fig.7 The relationships between runoff and sediment yeild in Qiaozidong and Qiaozixi watersheds during 1996-2004

同流域产流模式和流域产流面变化特点和水文特性决定的^[18-19]。然而当 $10<p<50\text{ mm}$,东西沟的径流深和产沙模数之间的关系拟合程度相差不大,决定系数分别为 0.7968 和 0.7443,说明在小雨的情况下,随着降雨历时的延长,降雨量的增加,由于植被截留、地表枯落物储水等作用,土壤中水在达到饱和的过程中,形成一个相对稳定的入渗率,使得地表径流在形成含沙水流的过程中,土壤含水量一致,形成均质性土壤,导致径流深和产沙模数之间的拟合程度较好。同样在 1996-2004 年间,两流域在相同时期不同土地利用情况下,东沟径流深和产

沙模数之间的决定系数大于西沟,东沟为 0.9912,西沟为 0.9793,可能是因为随着流域植被覆盖度的增加,植物的根系在向下和四周生长的过程中,使得土壤变得疏松,土壤团粒结构被打破,在地表一定厚度的土壤,土壤由“超渗产流”变成了“蓄满产流”,类似于降雨量较小的情况,在地表径流形成含沙水流的过程中,土壤形成均质(图 1-7)。

由于黄土丘陵沟壑区特殊的土壤及地貌类型,降雨形成的洪水具有陡涨陡落,而相应沙峰陡涨缓落的特性^[20-22]。土壤侵蚀主要是由一年中的几次暴雨造成的。受流域土地利用/植被覆被的影响,侵蚀

产沙过程也不尽相同。以次洪水过程线为例(1988 年 8 月 7 日,此次降雨量为 101.4 mm,历时 16 小时,最大 1 h 降雨量 56.8 mm, 占总降水量的 56%) 来分析不同流量、输沙率和含沙量的变化,进而分析土地利用变化影响下的流域水沙关系变化情况。

4.3 单次洪水情况下土地利用变化对径流输沙的影响

从图 8 可以看出:桥子东、西沟的次降雨流量、输沙率和含沙量过程变化趋势基本一致,洪峰和沙峰同时出现,从径流、泥沙变化来看,桥子东沟流域洪峰流量峰值和输沙率峰值滞后于桥子西沟,这主要是由于植被覆盖增加了截留,增加了入渗,延长了洪峰和沙峰出现的时间,同时流量和输沙率过程线与时间轴的面积表征了两流域在次降雨情况下的径流和输沙量的大小,桥子东沟的流量和输沙率与时间轴形成的面积明显小于桥子西沟形成的面积,这与前面的结论一致,即在次降雨量较大、降雨强度也比较大的情况下,两流域的水沙关系差异显著,这进一步说明了桥子东沟实施水土保持措施改变了流域下垫面特性及产汇流条件,在大雨情况下各项水保措施不同程度地发挥了滞洪拦沙作用,梯田拦蓄了它本身的径流泥沙,并且径流的减少,减轻了对沟道的冲刷^[21];林草措施有效地保护了地表,防止了雨水对地表的冲刷,在强化土壤入渗和延长产汇流时间方面作用十分显著;沟道所建淤地坝虽已淤满不能拦泥,但其减蚀作用仍非常明显,从而使桥子东、西沟流域次暴雨的水沙关系产生较大差异。

5 结论

本研究以桥子东西沟作为对比流域,分析了不同次降雨量、次降雨强度以及不同土地利用情况下的流域水沙关系。

(1) 在同样的次降雨量情况下,不同植被覆盖下的两流域径流量和产沙量不同,桥子东沟产生的径流量和产沙量明显小于桥子西沟,同样情况下,增加植被覆盖对于减少产沙量更加明显。

(2) 在次降雨量 $10 < p < 50 \text{mm}$ 、次降雨强度 $1 < I < 15 \text{mm/min}$ 较小,土地利用变化程度不高的情况下,

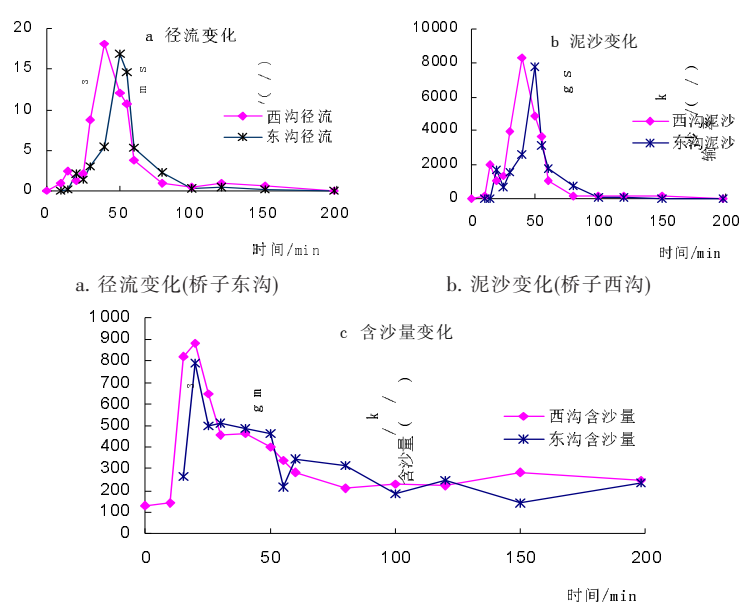


图 8 1988 年 8 月 7 日桥子东西沟流域洪水、输沙过程图
Fig.8 The flood and sediment process on August 7, 1988 in Qiaozidong watershed and Qiaozixi watershed

两流域水沙关系差异不显著,东西沟径流模数和产沙模数之间的线性关系式的斜率比为 1.1~1.15,在次降雨量 $p > 50 \text{mm}$ 、次降雨强度 $I > 15 \text{mm/min}$ 和土地利用变化程度较高时,两水沙关系差异显著,东西沟径流模数和产沙模数之间的线性关系式的斜率比为 1.4~1.56,明显高于前一种情况。

参考文献

- [1] Boothd B, Karr J R, Schauman S, et al. Reviving urban streams: Land use, hydrology, biology, and human behavior. Journal of the American Water Resources Association, 2004, 40(5): 1351-1364.
- [2] 王礼先, 张志强. 干旱地区森林对流域径流的影响. 自然资源学报, 2001, 16(5): 439-444.
- [3] 张升堂, 康绍忠, 张楷. 黄土高原水土保持对流域降雨径流的影响分析. 农业工程学报, 2004, 2(6): 56-59.
- [4] 王清华, 李怀恩, 卢科峰, 等. 森林植被变化对径流及洪水的影响分析. 水资源与水工程学报, 2004, 15 (2): 21-24.
- [5] 李子君, 周培祥, 毛丽华. 我国水土保持措施对水资源影响研究综述. 地理科学进展, 2006, 25(4): 49-57.
- [6] 石培礼, 李文华. 森林植被变化对水文过程和径流的影响效应. 自然资源学报, 2001, 16 (5): 481-487.
- [7] 袁希平, 雷廷武. 水土保持措施及其减水减沙效益分析. 农业工程学报, 2004, 20(2): 296-300.
- [8] 卢宗凡, 苏敏, 李够霞. 黄土丘陵区水土保持生物和耕作措施的研究. 水土保持学报, 1988, 2(1): 37-48.
- [9] 张兴昌, 卢宗凡. 农作物水土保持效益的数值化综合评

价. 水土保持学报, 1993, 7(2): 51–56.

[10] 林素兰, 黄毅, 聂振刚, 等. 辽北低山丘陵区坡耕地土壤流失方程的建立. 土壤通报, 1997, 28 (6) : 251–253.

[11] 侯喜禄, 曹清玉. 陕北黄土丘陵沟壑区植被减沙效益研究. 水土保持通报, 1990, 10 (2) : 33–40.

[12] 郑明国, 蔡强国, 王彩峰. 黄土丘陵沟壑区坡面水保措施及植被对流域尺度水沙关系的影响. 水利学报, 2007, 38(1): 47–53.

[13] 郑明国, 蔡强国, 陈浩. 黄土丘陵沟壑区植被对不同空间尺度水沙关系的影响. 生态学报, 2007, 27 (9): 3572–3581.

[14] Alexandrov Y, Laronne J B, Reid I. Suspended sediment transport in flash floods of the semiarid northern Negev, Israel. IAHS Press, 2003, 278: 346–352.

[15] 邓振镛, 张强, 李栋梁, 等. 气候变化对渭河上游径流量和输沙量的影响. 中国沙漠, 2006, 26(6): 983–985.

[16] Walling D E, Webb B W. Sediment availability and the prediction of storm–period sediment yields[A].Recent Developments in the Explanation and Prediction of Erosion and Sediment Yield. IAHS Press, 1982, 137: 327–337.

[17] Prosser I P, Rutherford I D, Olley J M, et al. Large–scale patterns of erosion and sediment transport in river networks, with examples from Australia. Marine and Freshwater Research, 2001, 52(5): 81–99.

[18] 芮孝芳. 关于降雨产流机制的几个问题的探讨. 水利学报, 1996, 9(9): 22–25.

[19] 芮孝芳. 水文学研究进展. 南京: 河海大学出版社, 2007: 51–58.

[20] 秦毅, 曹如轩, 樊尔兰. 用线性系统模拟小流域悬沙输沙率过程初探. 人民黄河, 1990(5): 54–58.

[21] 王瑞芳, 黄成志, 董雨亭. 甘肃天水市对比小流域暴雨洪水侵蚀产沙特性. 中国水土保持科学, 2006, 8 (4): 78–81.

[22] 孙宁, 李秀彬, 冉圣洪, 等. 潮河上游降水—径流关系演变及人类活动的影响分析. 地理科学进展, 2007, 26(5): 41–46.

Effects of Land Use Change on Runoff–Sediment Relationship at Watershed in the Loess Hilly Region

LIU Shuyan¹, YU Xinxiao¹, XIN Zhongbao¹, LI Qingyun¹, LI Haiguang¹, LEI Fengyan²

(1. Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating, Ministry of Education,

School of Soil and Water Conservation; Soil and Water Conservation College, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Green Food Development Ceter in Tongliao 028000, Inner Mongolia, China)

Abstract: Taking Qiaozidonggou and Qiaozixigou watershed as examples in the loess hilly region, using remote sensing image to obtain land use data, based on the observed rainfall, runoff and sediment data during 1986–2004, this paper analysed the effects of land use change on runoff–sediment relationship. The results showed that in the loess hilly and gully areas, increasing land use/land cover can reduce effectively the watershed runoff and sediment yield; when rainfall and rainfall intensity were smaller, land–use change was limited and the runoff–sediment relationship had no significant differences. When the rainfall and rainfall intensity and land–use change were significant, the difference of runoff–sediment relationship was obvious. It might be the main reason for sloping land changing into terraced land.

Key words: land–use changes; runoff; sediment yield; runoff–sediment relationship; loess hilly region

本文引用格式:

刘淑燕, 余新晓, 信忠保, 等. 黄土丘陵沟壑区典型流域土地利用变化对水沙关系的影响. 地理科学进展, 2010, 29(5): 565–571.