

淳化泥河沟暴雨侵蚀与水土保持

刘秉正 陈继明

提 要

本文以淳化县泥河沟流域两场暴雨为例,分析了暴雨侵蚀特点,塬面与沟壑的产流、产沙状况。在此基础上,对黄土高原南部的综合治理提出了建议。

黄土高原地表起伏,地形破碎,植被覆盖差,黄土颗粒细小,结构松散,富钙多孔隙,垂直节理发育,每遇暴雨极易发生水土流失。

许多研究表明^[1,2],黄土高原的水土流失是由一年中的一场或几场暴雨产生,尤其高强度的雷暴雨^[3],土壤流失量可占年总量一半以上。因此,研究暴雨侵蚀对水土保持工作有直接的指导意义。

一、流 域 概 况

淳化县泥河沟流域地处黄土高原南部,位西安以北,属残塬类型,是黄土高原综合治理试验小流域之一。

该流域总面积 9.48km^2 ,其中塬面 5.53km^2 ,沟壑面积 3.95km^2 ,占41.7%。流域呈南北长条状,长7.8km,平均宽1.2km。北端园林场最高,海拔1176m;向南经九庄、引安、谋庄等至后坪汇入冶峪河,海拔降到712.5m。年降水量600mm。地面坡度上游大,多在 5° — 15° 之间;中游平缓,很少超过 5° ;下游以 20° 以上的塬坡没入冶峪河谷。断面似倒“S”形。流域地面坡度组成如表1。

表1 泥河沟流域地面坡度组成 (单位: km^2)

坡度分级	0° — 2°	2° — 5°	5° — 8°	8° — 15°	15° — 25°	25° — 35°	$>35^\circ$	合 计
全 流 域	2.127	2.173	0.576	0.654	0.542	0.816	2.592	9.480
其中上游段	1.370	1.957	0.501	0.522	0.200	0.119	1.771	6.440

河道中部修水库一座,将流域分为三个区段:上游段 6.44km^2 ,地面坡度见表1,沟壑面积占32.4%,切沟、冲沟十分发育,其密度在 $3.0\text{km}/\text{km}^2$ 以上,土壤侵蚀非常活跃;中游库区段和下游段,塬面平缓,坡面已成梯田或为林草覆盖,沟壑密度小,侵蚀相对弱。1987年8月11日(以下简称“8·11”)和1988年7月24日(简称“7·24”)两场暴雨,产生较严重的土壤侵蚀,不同部位的侵蚀和输移有所不同,暴雨雨型也有一定代表性。以下利用试验和雨后调查资料,着重分析上游段的土壤侵蚀,附带涉及一些水土保持问题,作为综合治理的借鉴与参考。

二、暴雨雨情与暴雨侵蚀

(一) 暴雨雨情。黄土高原5月中旬到8月底, 主要受西风带和西太平洋副热带环流控制, 冷暖气团交绥和局地强烈上升, 或暖气团内部过湿润和不稳定, 形成水汽迅速集中, 产生暴雨^[4]。其中雷暴雨降雨强度往往很大, 但雨量一般; 若大气稳定, 停滞少动, 水汽持续输入, 会形成大量降水的暴雨, 降雨强度常不及前者, 但产生地表径流多。两类暴雨可缓解部分旱情, 又都造成严重的水土流失。

上述“8·11”暴雨从泥河沟流域西北方向伸入, 暴雨中心在上游段的园林场—引安一线, 向下游很快衰减。降雨从22点15分开始, 至0点40分先后结束, 降水41.84mm, 平均强度为17.3mm/时, 最大瞬时雨强1.9mm/分; 降雨过程伴以雷暴, 为单峰型雷暴雨。暴雨前很少降雨, 天气炎热。8月2日曾有少量降水, 也被蒸发抵消, 土壤表层水分少而干旱。

“7·24”暴雨由流域中部西南方向伸入, 暴雨中心在谋庄以北呈北东—南西向分布, 向上游因地势抬高减弱慢, 向下游减弱快。流域上游段仍是主要降雨区。该暴雨有两次主要降水过程: 从23日23点56分到翌日晨4点31分, 降水49.7mm, 平均雨强10.84mm/时, 最大瞬时雨强0.46mm/分; 第二次降水从8点31分始至12点32分结束, 平均降水89.04mm, 降雨强度达22.25mm/时, 最大瞬时雨强1.1mm/分。这次降水为双峰暴雨。暴雨前曾有多次降水过程, 在23日晚18点前还降水8.2mm, 表层土壤已相当湿润, 尤其第二次降水前更是如此。

据淳化县气象站记载, 从1960年到1988年的29年中, 发生暴雨17次(日降雨量 $\geq 50\text{mm}$), 其中超过100mm的大暴雨仅两次(1971年, 1988年)。经频率统计得知, “8·11”暴雨属常见暴雨, 年年均可发生; “7·24”暴雨属百年一遇的稀有暴雨。

在黄土高原的暴雨资料中, 上述暴雨并不很大, 却具有普遍性。两场暴雨水土流失均较严重, 还造成一定的经济损失。除农作物受损外, 还冲毁鱼塘, 冲断公路, 淹没庄院, 水毁部分治理工程, 道路也普遍刷深。

(二) 暴雨侵蚀。暴雨侵蚀主要表现为降雨侵蚀和洪流冲刷。洪流使沟谷切深、拓宽和向上游延伸。在多因素综合作用下, 产生崩塌、滑坡、塌陷等重力侵蚀。在高原沟壑区塬面和沟谷两个地貌单元中, 上述侵蚀方式相互联系又相互制约, 共同组成一个完整独立的侵蚀系统。在地域分布上有主有从, 各具特色。

1. 塬面侵蚀。黄土塬面平缓开阔, 紧邻流域分水线, 是主要受雨区, 又是产生地表径流和开始汇集径流的地区。调查表明, 凡是植被稀疏的坡面上, 包括分水线附近的平缓坡面和质量不高的梯田, 暴雨后, 均可见片状面蚀痕迹; 在地表起伏、坡度稍大的坡面上, 径流汇集成网, 留下许多细沟; 远离分水线的坡耕地, 浅沟发育, 耕作层被冲刷殆尽, 显出条条犁痕; 更有甚者, 顺坡道路被冲成近0.5m深的槽沟。此外, 塬边地带可见新裂隙和扩大的洞穴。两次暴雨后调查表明, “8·11”暴雨侵蚀比较严重, 在20m长的径流小区中已产生细沟。这和“3·11”暴雨具有较大的动能是一致的^[5]。

根据设在园林场的径流小区观测资料, 用水土保持法计算结合调查, 得该流域上游塬面两次暴雨的侵蚀量, 如表2。

表2 泥河沟上游塬面暴雨侵蚀量*

暴雨侵蚀		0°—2°	2°—5°		5°—8°		8°—12°	村庄道路	合 计
		休闲及秋作地	休闲地	秋作地	休闲地	秋作地	休闲及秋作地		
8·11	径流 (m ³)	1813.2	11480.6	1896.6	4116.0	777.8	8352.0	未调查	28436.2
	泥沙 (t)	45.2	1273.1	104.0	772.0	76.5	1096.2	未调查	3367.0
7·24	径流 (m ³)	3616.8	14736.4	1984.4	5563.0	1809.3	12988.0	15320.0	56017.9
	泥沙 (t)	55.1	138.2	39.5	148.1	73.0	445.0	1252.2	2151.1

• 夏休闲地占面积60%，秋作地(含复种)占40%

由表2可以看出，塬面暴雨侵蚀有以下特点：

(1) 塬面土地以农业用地为主，其中夏休闲地水和土的流失量均高于有植被覆盖的秋作地，这无疑是地表裸露易遭受侵蚀的结果。

(2) 坡耕地的暴雨侵蚀量，随地形坡度增大而增大；平缓坡耕地（含无拦蓄埂的水平梯田），径流及侵蚀量虽小，但大面积汇流已能冲毁下游工程，形成所谓“连锁反应”。

(3) 不同暴雨及不同土壤水分，坡耕地侵蚀不同。暴雨强度大的雷暴雨，雨前表层土壤干旱，产生径流稍小，土壤侵蚀最严重；暴雨量大的稀遇暴雨，雨前土壤水分含量高，产生径流较多，土壤侵蚀量稍小。在暴雨特性相同时，土壤侵蚀量与径流量的变化相一致，随径流量增大而增大；反之则减小。

(4) 塬面上村庄、道路裸露地，尤其顺坡土质道路，水土流失最严重。无论分布如何，治理中都不能忽视。

“8·11”和“7·24”暴雨性质不同，塬面平均径流模数和侵蚀模数不同。“8·11”暴雨的塬面平均径流模数和侵蚀模数分别为 6855.4m³/km²、806.7t/km²；“7·24”暴雨分别为 12877.6m³/km²与494.4t/km²。

2. 沟谷侵蚀。沟谷是汇集径流下泄的通道，多以沟蚀和各类重力侵蚀为主。除其它因素影响外，洪流冲刷是制约沟谷侵蚀的重要因素。每当塬面径流下沟，会大大加剧其侵蚀的发生和发展。

“8·1”暴雨雨量少，雨前土壤干旱，土壤入渗多，汇集径流有限，沟谷侵蚀受其影响甚小，仅有明显的泥流堆积。通过测流断面的洪水和泥沙量分别为 2323.8m³和 150.9t。

相反，“7·24”暴雨雨量大，雨前土壤湿润，产生径流多。塬面径流下泄入沟，一方面掠走已有的堆积物，另一方面冲刷沟谷，产生新的水土流失。以九庄沟为例，此次雨后，沟头前进0.6m，沟床普遍下切1.0m左右，夹带谷底堆积物并冲毁谷坊群，产生 12000m³多的滑塌体，堵塞沟道成 5 m高的土坝。沿沟床行进，两侧陡坡普遍产生浅层滑坡。泥流堆积已被洪水冲刷，全貌难窥。通过断面测量，本次暴雨输出径流

312876.0m³, 输出泥沙13432.0t。

泥河沟上游段塬坡(15°—35°)面积约占1/5, 已为茂密的人工林和天然草被覆盖, 侵蚀甚微。35°以上的沟坡沟床, 植被稀疏甚至裸露, 沟谷比降大, 是现代侵蚀最活跃的地段。用实例资料和水沙平衡原理计算沟道侵蚀量, 如表3。

表3 泥河沟上游沟谷暴雨侵蚀量

暴雨侵蚀		林草被覆塬坡	裸露陡峻沟坡沟床	合 计	平均模数
8·11	径 流 (m ³)	187.1	2136.7	2136.7	1112 m ³ /km ²
	泥 沙 (t)	0.7	150.0	150.7	72.2 t/km ²
7·24	径 流 (m ³)	11149.8	245708.6	256858.4	122899 m ³ /km ²
	泥 沙 (t)	129.5	10951.8	11081.3	5398.0 t/km ²

由表3及上述调查结果可以看出, 黄土高原南部沟谷侵蚀的特点有:

(1) 被林草覆盖的坡面侵蚀量很小, 无论暴雨性质如何, 其保持土壤作用均较稳定^[8]。植被稀疏的裸露陡坡谷底, 是沟谷侵蚀发生的要害部位。1988年, 我们曾用测深法测得裸露陡坡的剥蚀量达17570t/km²。

(2) 黄土沟谷中幼年的切沟、冲沟横断面为“V”字型, 纵断面陡急多跌水, 沟坡具有裸露陡峻的特点, 它无疑是侵蚀最活跃的地段。它们是沟谷系统的一级和二级沟谷, 分布在流域边缘的末梢, 尤其集中在小流域的中上游。由此可见, 小流域的中上游是沟谷侵蚀的主要部位。

(3) 沟谷侵蚀与泥沙输移似有规律性。常见的雨量小的雷暴雨造成严重的塬面侵蚀, 而沟蚀和重力侵蚀规模小, 且部分侵蚀物堆积坡麓或谷底未被输出流域。大雨量的稀遇暴雨, 塬面侵蚀不如前者, 却产生大量径流, 导致沟蚀和重力侵蚀的发生和发展, 速度快, 规模大, 且能夹带以前的堆积物输往下游。1983年和1984年, 淳化县7—9月降水均超过620mm, 在润镇沟也发生过类似现象。这种规律性在一年中也表现为冬春季的侵蚀堆积和夏秋季的侵蚀输移。

(4) 在高原沟壑区, 塬面径流下沟是加速沟谷侵蚀的重要原因。西峰水土保持站曾测出, 有径流下沟的沟蚀量是未下沟的1.7倍。

三、水土保持治理效益

泥河沟流域在多年治理的基础上, “七五”期间着重抓了以下治理的配套措施: 1. 塬面梯田建设及生物护埂配套; 2. 沟边沟头防护工程和防护林配套; 3. 水窖、涝池的蓄水截流作用与引洪入田配套; 4. 造林种草和封育草坡, 迅速恢复坡面植被与水平阶整地配套; 5. 沟底修建柳谷坊、栽植防冲林与发挥骨干工程的拦蓄控制作用的配套等。经过几年的努力, 现已初步形成工程措施与生物措施紧密结合的综合防治体系。

到1988年7月底, 流域上游段已修水平梯田1387亩, 建沟边防护埂10km, 沟头

防护工程4座,并部分实施花椒、泡桐和紫穗槐保护;坡面造林727亩,全部实现水平阶整地;沟底修柳谷坊140座,栽植防冲林8亩,还利用水窖、涝池拦蓄径流等。经过“8·11”和“7·24”暴雨的考验,这一综合防治体系发挥了积极的水土保持作用,其效益见表4。

表4 泥河沟上游段主要治理措施水土保持效益

暴雨日期	测定项目	水平梯田		防护工程		造林		柳谷坊		总拦蓄量	备注
		拦蓄量	拦蓄效率(%)	拦蓄量	拦蓄效率(%)	拦蓄量	拦蓄效率(%)	拦蓄量	拦蓄效率(%)		
8·11	径流(m ³)	5798	91.4	—	—	127	74.5	—	—	5,925	防护工程 1987年底 建成
	泥沙(t)	739	99.0	—	—	173	66.5	350	95.0	1,262	
7·24	径流(m ³)	6945	75.9	1,189	100.0	2,936	97.1	冲毁	0	11,070	
	泥沙(t)	176	88.5	73	100.0	286	97.8	冲毁	0	535	

表中各措施的效益,以梯田为最佳。柳谷坊最小,造林和防护工程居中。在两次暴雨中,各主要措施的效益仍有差别。“8·11”暴雨雨量少、强度大,水平梯田和柳谷坊拦蓄效益高,均在90%以上(柳谷坊未蓄径流);“7·24”暴雨雨量大、强度小,防护工程和造林效益相对要高,柳谷坊被冲毁。这充分反映出各种治理措施保持水土性质的差异,以及当前治理的倾向。水平梯田和造林仍是主要的治理措施,其它各项防护工程虽相对效益高,但数量少,控制面积小;柳谷坊固沟防冲作用显著,只是柳椿根系尚未充分生长发育,遇暴雨失去稳定而被毁。就拦蓄总量而言,拦蓄的径流量与暴雨量成正比相关,拦蓄的泥沙量似与暴雨强度相一致。这一反常现象,正是当前主要治理措施的作用和上述沟谷侵蚀规律性的表现。关于这一点还可以两次暴雨上游段的输沙模数得到证明,“8·11”暴雨为546.3t/km²,“7·24”暴雨为2085.7t/km²。

调查中还发现,实施治理的综合效益,除反映在输沙总量(或输沙模数)上外,其它如横坡耕种、坡式梯田、小型蓄水坝(坝)以及草皮保护切沟水道等措施,都能减少径流和泥沙,好者可减少50%以上。

四、进一步做好综合治理的几点建议

针对上述情况,我们建议在本区治理中应注意以下几个方面:

1.坚持长期的综合治理,建立完善的水土保持工程防治体系。黄土高原小流域必须坚持长期不懈的综合治理,分片、分段自上而下建立完善的防治体系。这一体系最少应包括塬面、道路防治工程(如修梯田、耕作改土、引洪蓄水、农田防护林及护埂等措施);沟头、沟边防治工程(如沟头坝、拦洪堤、胡同坝、排水泄洪工程及塬边沟头防护林等措施);沟谷坡面防治工程(如造林种草、封育及整修梯田、水平阶、鱼鳞坑等措施)和沟道防治工程(如修谷坊群及骨干工程、护底护坡工程和防冲林等措施)四大类,且要把各措施配置适当,紧密结合,才能收到防治见效的目的。

2. 突出重点, 坚持质量, 提高效益。小流域综合治理的目的之一, 是要减少水土流失。而目前仍存在着“重修轻管”、求数量轻质量、图形式等现象, 如平整土地无拦蓄埂、造林很少抚育等等, 结果往往事倍功半, 甚至劳而无功。在高原沟壑区小流域的中上游, 正是幼年沟谷形成和发育的地区。对这些地区, 尤其对陡坡、谷底进行重点治理, 可以大大提高治理效益。

3. 综合治理应做到长远利益与当前利益结合, 经济效益与生态效益、社会效益结合, 调动各方面积极因素, 加快治理步伐。水土保持既是改造自然环境的活动, 又是一种生产实践, 无疑要求创造出社会财富, 保持生产力的持续发展。因之, 在指导思想上要全面考虑, 统筹兼顾, 把当地局部利益与全局总体利益统一起来。教育群众, 既要抓“当前”的“钱”, 更要抓“长远”的“益”; 在措施上, 既有“近期收入”, 又能发挥长久的水土保持作用; 在政策上要鼓励农民向水土保持投资等, 克服国家不给钱不治理, 当地“没利”(实际有最大的利益)不治理的现象, 国家、集体和个人一齐上, 加快治理步伐。

4. 加强科学研究, 解决治理中实际问题, 深化水土保持工作。黄土高原综合治理的问题很多, 仅就保持水土而言, 有农地的连片治理问题, 水窖涝池和其它工程的蓄水问题, 沟头沟边治理问题, 陡坡树种选择与造林方法(包括草种、播种)问题, 沟道泥沙来源及治理等问题。这些有的属治理技术问题, 有的属理论问题, 也有政策方面的问题。研究解决这些问题, 可避免工作的盲目性, 使水土保持向纵深发展。

(作者工作单位: 西北林学院, 参加调查的还有崔云鹏、赵波等同志)

参 考 文 献

- [1] 朱显谟:“黄土高原水蚀的主要类型及其有关因素”,《水土保持通报》1931年第3—4期。
- [2] 江忠善等:“黄土地区天然降雨雨滴特性研究”,《中国水土保持》1983年3期。
- [3] 王万忠:“黄土地区降雨特性与土壤流失关系的研究”,《水土保持通报》1983年4期。
- [4] 白肇烨等:《中国西北天气》,气象出版社,1988年3月。
- [5] 樊葆璋等:“雨滴的观测和计算方法”,《水土保持通报》1982年1期。
- [6] 刘秉正等:“黄土高原刺槐林水土保持效益”,《林业科技开发》1988年4期。

Investigation on the Rainstorm Erosion and Soil Conservation in the Nihegou Watershed of Chunhua County

Liu Bingzheng Chen Jiming

Abstract

In this paper the authors take two rainstorms occurred in the Nihegou watershed of Chunhua County as an example to discuss the characteristics of rainstorm erosion on the south of loess plateau, and the states of sediment yield and runoff in the Yuan and gully area are analysed. On the basis of the above, the proposals for comprehensive controlling on the south of loess plateau are suggested.