

淤地坝拦泥减蚀机理和减沙效益分析

李 靖 郑新民

(水利部黄委会黄河上中游管理局·西安市·710043)

摘 要 该文分析了黄河中游地区典型小流域和重点支流淤地坝的资料,得出淤地坝拦泥减沙作用明显,减蚀作用也很显著。(1)淤地坝是沟道治理主要措施,坝库的减沙量约占水土保持措施总减沙量60%~70%;(2)坝地淤积,抬高了侵蚀基准面,可以防止沟道下切和沟岸扩张;(3)黄河中游地区淤地坝的发展潜力很大,有待进一步合理规划坝系,增加投入,开发建设。

关键词 淤地坝 减蚀机理 减沙作用 分析

Analysis on Erosion Reduction Mechanism and Sediment Reduction Function of check Dam

Li Jing Zheng Xinmin

(the Administrative Bureau of upper and Middle Reaches
of Yellow River YRCC, MWR, Xi'an, 710043)

Abstract The paper has analysed the data of check dam from typical small watershed and key tributaries in middle reaches of Yellow River. The conclusion has made that sediment reduction action by check dam is obvious, and erosion reduction is also notable. 1. Check dam is major measures for gully control. Sediment reduction by dams approximately take 60%~70% out of the total by soil and water conservation measures; 2. Silting in dams raise the erosion base. This can prevent gully bed from cutting down, and banks from expanding; 3. The development potential of check dam is great in middle reaches of Yellow River. It is necessary further to do dam system planning reasonably and increase input.

Key words check dam erosion reduction mechanism sediment reduction function analysis

淤地坝在黄河中游已有悠久的历史,几十年的生产实践证明,淤地坝拦截泥沙,蓄洪滞洪,减蚀固沟及增产效益十分显著。是群众脱贫致富的有效措施,深受群众喜爱。事实说明淤地坝不仅是控制水土流失、治理沟壑的一种重要措施,又是充分合理利用资源,建设良田的有效措施。在多沙、粗沙区建设淤地坝具有得天独厚的发展条件和群众基础,现在淤地坝已广泛修建,并在一些沟道形成坝系,但在淤地坝的发展过程中,遇上了罕见的暴雨,有些淤地坝可能被冲毁,为了加速坝系的发展,有必要进一步探讨淤地坝的合理规划及其拦泥减蚀机理和减沙效益。

1 淤地坝的拦泥减蚀机理

1.1 小流域泥沙来源分析

黄河泥沙主要来源于黄河中游黄土高原的千沟万壑。那么小流域的泥沙又来源于哪个部位。通过长期的观测和大量的资料分析认为,小流域的泥沙主要来自坡面侵蚀和沟道侵蚀两部分。

1.1.1 坡面侵蚀 黄土丘陵沟壑区地表大部覆盖着土质疏松、抗蚀性能很弱的黄土,一遇暴雨土壤表面直接受到雨滴的击溅和浸润,致使土壤结构破坏,土壤表层为水所饱和,即呈稀泥状态。这时,土壤表层的泥浆逐步阻塞土壤的孔隙,阻止水分下渗,泥浆顺坡下流,形成了泥浆式的地表径流。径流有规律地进一步集中形成较大的股流,冲刷力增大,形成了浅沟,再进一步发展形成切沟、冲沟,汇入支流。最后,来自坡面的水流由粘土及细沙为骨架形成高含沙水流。

1.1.2 沟道侵蚀 由于坡面大量的浑浊水流不断汇集形成山洪,且沟底坡度较大,致使山洪有较大的流速和冲刷力,使沟头前进,沟岸扩张,沟底下切。从而破坏了坡角的稳定,往往造成两岸滑塌,大量泥沙进入沟道,增加含沙量。粗泥沙来源区的日平均含沙量可达 $800\text{kg}/\text{m}^3$ 以上,有不少超过 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ 的,有的支流年平均含沙量可达到 $500\text{kg}/\text{m}^3$ 以上,一场洪水的最大含沙量有达到 $1500\text{kg}/\text{m}^3$ 的,这种大面积的高含沙水流,是沟道打坝淤地的基础条件。

1.2 淤地坝的减蚀作用

淤地坝建成以后,坝内淤积,抬高了侵蚀基准面,在一定范围之内可以防止沟道下切和沟岸坍塌、扩张。据西峰水保站在南小河沟小流域的观测资料,该流域泥沙主要来自沟床下切、红土泻溜和崩塌、滑塌,其侵蚀量占全流域产沙量的 25.5% 和 60% 左右。南小河沟小流域在治理前沟谷侵蚀剧烈,从沟底纵剖面看,只有下游 2km 处已切到基岩 20 多 m,中上游的沟谷比降都在 10% 以上,沟谷侵蚀十分活跃。据调查,特大暴雨期间沟谷下切可达数米,其产沙量占沟谷总沙量的 66.5%。50 年代开始在支毛沟中修谷坊和小坝,干沟中修水库和淤地坝 3 座,在塬面、坡面上修梯田、造林、种草。经过泥沙的淤积,使沟道侵蚀基准面抬高,沟道纵比降趋于平缓,从 1.13%~1.50%,减缓到 0.05%~0.10%,从而制止了沟底下切,稳定了两岸沟坡,减轻了沟蚀。红土泻溜、滑坡和崩塌是南小河沟治理前常见的侵蚀方式,据调查,在 60 年代初沟谷中红土泻溜面积占流域总面积的 2.47%,其土壤侵蚀量却占全流域的 25.5%,滑坡、崩塌面 100 多处,每年都有滑坡、崩塌发生,造成了严重的水土流失。修建坝库后,随着泥沙淤积增高,滑坡、崩塌现象很少发生。据分析从各坝库修建以来,累计减少重力侵蚀产沙 82 万 t,为原有沟蚀量的 16.2%。淤地坝的减蚀作用最明显的是将原来的水土流失严重的沟谷淤平,稳定了沟床,重力侵蚀减弱,水土流失得到了控制。

熊贵枢等用支流把口站的资料分析了无定河赵石窑以上坝库的减蚀量,得到其减蚀作用约为多年平均输沙量的 20.8%,可见坝库的减蚀作用是很可观的。黄土丘陵沟壑区的支、毛沟和干沟的中上游大都覆盖着较厚的黄土,假若没有淤地坝时,随着暴雨洪水的不断冲刷,沟头前进,沟底下切,沟谷扩张势必越发严重,引起两岸山坡滑塌等重力侵蚀,直到黄土冲刷殆尽,基岩露出,形成石质河床相对稳定坡角。所以,淤地坝不仅对拦泥、淤地、发展生产有显著作用,而且把支离破碎的沟壑淤成平地,既增加了良田,又控制了沟道侵蚀。

2 淤地坝的减沙作用

淤地坝不仅减蚀作用明显,而且减沙效果显著,是流域沟道治理的一项重要措施。从现有淤

地坝的调查结果看,也说明了这一点。据黄委会黄河上中游管理局的调查资料,无定河流域不同坝高每亩坝地平均拦泥量为 3 810m³,见表 1。山西忻州地区水保局的调查资料,晋西北不同坝高每亩坝地拦泥量,见表 2。黄委会绥德水保站详细的在无定河、皇甫川测量了 54 座淤地坝,并根据全流域典型的大小坝配置的比例,得到调查地区坝地的拦沙定额为 4 000t/亩,可见淤地坝拦泥作用之大。

表 1 无定河流域不同坝高每亩坝地拦泥统计表

坝高(m)	≤5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~35	合计
坝数(座)	110	249	150	76	47	21	13	666
拦泥量(万 m ³)	32.2	265.67	572.86	749.77	963.21	1 081.0	1 161.5	4 826.17
淤地面积(亩)	344.8	1 664.7	2 347.2	2 330.3	2 375.1	1 829.1	1 777.2	12 668.4
平均拦泥量(m ³ /亩)	934	1 596	2 441	3 217	4 055	5 910	6 969	3 810
平均坝高(m)	2.5	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	
单坝平均淤地面积(亩)	3.1	6.7	15.6	30.7	50.5	87.1	136.0	

表 2 晋西北不同坝高每亩坝地拦泥统计表

坝高(m)	≤5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	≥30	平均	
坝数(座)	16	72	35	19	25	12	19		
单坝平均库容	万 m ³	0.86	2.86	11.26	51.6	125.5	174.2	208.1	82.0
单坝淤地	亩	5	11.6	24.9	63.3	134.8	314.5	376.2	123.9
每亩拦泥	m ³	1 110	2 314	4 160	5 908	7 098	7 535	7 789	5 130
	比值	100	209	375	532	640	679	702	462
	比值	100	332.6	1 309.3	6 000	14 593	20 255.8	4 197.6	9 534.8
	比值	100	232.0	498.0	1 266.0	2 696.0	6 290.0	7 524.0	2 478.0

据陕西省水保局近年来对榆林、延安两地区淤地坝的普查资料,到 1989 年底,陕北地区共建成治沟骨干工程及大、中、小型淤地坝 31 797 座,已淤坝地面积 64.93 万亩,已拦泥沙 38.75 亿 t;另外,有淤地 3 亩以下的特小型坝 20 319 座,淤地 3.3 万亩,拦泥 0.50 亿 t。

根据表 2 绘制的图 1、图 2,可见,单坝淤地面积在坝高 20~30m 范围内增长率最快,单位坝地拦泥量也是在坝高小于 30m 范围内比较大,所以在黄丘区按相对稳定理论规划坝系统设计坝高时,一般坝高在 20~30m 比较合理,其拦泥、淤地两项指标增长率均达到最大值。同时以此坝高的库容量来控制面上来沙量,当此库容基本淤满时,流域面上的水土流失应得到基本治理,侵蚀模数降到最低程度,此时轻微的水土流失不仅不再威胁坝地,反而可起到淤灌作用,促进坝地稳产高产,长期利用。

2.1 典型小流域淤地坝减沙分析

黄河中游的黄土丘陵沟壑区发展淤地坝的小流域很多,有些沟道流域已经形成坝系,减沙作用明显。如表 3 所列出的王茂沟等小流域,淤地系数均在 1/30 以上,且坡面治理度较高,基本实现了降雨径流就地就近拦蓄利用,洪水泥沙多年不出沟。如山西省汾西县康和沟小流域,面积 48.8km²,主沟长 17km,沟壑密度 4.4km/km²。沟道比较宽浅,比降较小,具有发展淤地坝的好条件,群众早在明朝万历年间就开始打坝,现已形成沟沟有坝,坝坝成地的典型小流域。截至 1992 年已有坝地 6 521 亩,据现场调查每平方公里可发展坝地 139 亩,现已淤出坝地 133.6 亩,淤地系数为 1/11.2,坝地亩拦泥 1 565 万 t,建坝后流域的来沙量几乎全部被淤地坝所拦蓄,绝大多数淤地坝已达到防洪保收拦泥增产的目的。

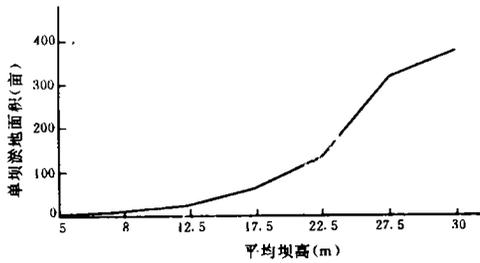


图1 坝高与单坝淤地面积关系图

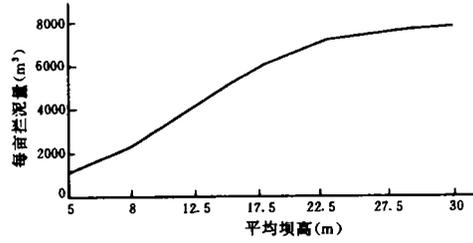


图2 平均坝高与每亩拦泥量关系图

表3 小流域坝系拦泥情况统计表

流域名称	面积(km ²)	已淤地面积(亩)	沟壑密度(km/km ²)	淤地系数
绥德王茂沟	5.98	535.15	4.31	1/16.8
绥德韭园沟	70.7	3 618	5.34	1/29.3
米脂榆林沟	65.8	3 462	4.2	
离石王家沟	9.1	471.7	7.01	1/28.9
内蒙准旗西黑岱沟	32	1 855.5	3.7	1/30.2
康和沟	48.8	6 521	4.4	1/11.2

2.2 重点支流淤地坝的减沙分析

从表4看出,各支流淤地坝的拦泥量占水保拦泥量的比例是很大的,特别是70年代,各支流淤地坝的拦泥量占到水保拦泥量的65%~80%。充分显示了淤地坝在水保治理措施中的重要作用。三川河流域是晋西直接入黄的较大支流,干流全长176.4km,流域面积4 161km²,其中大部分地区为黄土丘陵沟壑区,地形支离破碎,水土流失非常严重,为了控制水土流失,从很早开始修建淤地坝,现已形成一定规模,在拦泥、减少径流、减轻沟底侵蚀等方面发挥了重要作用。1970~1980年,淤地坝拦泥124.8万t,水保减沙186.3万t,淤地坝拦泥量占水保减沙量的67%。

表4 重点支流淤地坝拦泥情况统计表

流域名称	面积(km ²)	坝地(万亩)	拦泥(亿m ³)	1970~1979年(万t)			1980~1990年(万t)		
				坝拦泥量	水保减沙量	坝地占%	坝拦泥量	水保减沙量	坝地占%
无定河	30 600	31.52	13.7	7 231	9 466	76.4	2 201	5 226	42.1
清涧河		7.37	3.36	1 560	1 862.7	83.7	867	1 305	66.4
延河	7 800	6.75	2.79	614	931.0	66.0	852	1 530.5	55.7
皇甫川	3 246	3.69		741	909.6	81.6	563	861.6	65.3
三川河	4 161	4.1		124.8	186.3	67.0	74	184.1	40.2

从表4还可看出,各支流的淤地坝拦沙量占水保总减沙量比例均是70年代大于80年代,究其原因,主要是这一地区的淤地坝约90%建于60年代与70年代,运行时间均在20~30年间,相当一部分淤地坝淤满,丧失了继续拦泥的能力,有的遇到大洪水,甚至垮坝或毁坏,把已淤的部分泥沙又冲走,进入80年代以来,投资不足,物价上涨,再是联产承包后,农户力量有限,难以承担库坝工程等困难,在治理方面主要是坡面措施较多,梯田、林草所占比例较大,所以,库坝拦泥比例下降。由于坡面措施的防御标准一般较低,一遇较大暴雨,水土流失仍很严重,所以各地在不放松坡面措施的同时,必须抓紧沟道工程建设,包括加固维修已有的坝库工程。

3 淤地坝减沙作用展望

淤地坝系拦泥的潜力很大。其一是现有坝若继续加高,可以增加大量拦泥库容,且事半功倍。投资低,效益显著。其次是还有很多荒沟可以发展坝系,在多沙粗沙区的秃尾河、窟野河、孤山川、皇甫川等流域,根据现状调查淤地坝建设缓慢,大半是荒沟,已有淤地坝的沟道大多数未形成坝系,坝的密度小,发展淤地坝潜力很大。据黄委会黄河上中游管理局资料统计,黄河中游多沙粗沙区(指年侵蚀模数大于 $5\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$)约 $15.6\ \text{万}\ \text{km}^2$,沟长大于 $0.5\ \text{km}$ 的沟道约8万条,这些沟道多有建坝条件。如果能将长度 $3\ \text{km}$ 以下的沟道控制住,仅河龙区间就有 $8\sim 9\ \text{万}\ \text{km}^2$ 的面积不向黄河输沙,每平方公里输沙模数按 $5\ 000\text{t}/\text{km}^2$ 计每年就可减少泥沙4亿t,数字是非常可观的。

按黄河流域黄土高原地区水土保持专项治理规划要点,1991~2000年坝地新增面积300万亩,占新增总面积的5%,(梯田、坝地、小片水地共占总面积的30%、林草占70%),到2000年各项措施共减少入黄泥沙6.8亿t,其中梯田、淤地坝和小水库减少入黄泥沙5.3亿t,占总减沙量的77.9%,可见淤地坝对减少入黄泥沙将起重大的作用。因此,在坡沟综合治理的同时,应进一步合理规划坝系,加大投入力度,加快开发建设速度。

参 考 文 献

- [1] 茹克梯. 汾河水库上游的淤地坝建设及效益.《中国水土保持》,1993年,第9期
- [2] 熊贵枢等. 1919~1989年黄河的水沙变化分析.《水土保持学报》,1992年,第2期
- [3] 刘勇等. 南小河沟流域治沟骨干工程的固沟保土作用《中国水土保持》,1992年,第12期

(上接第21页)

4 结 论

综上所述,黄土丘陵半干旱区柠条、沙棘、山桃蒸腾作用的变化受气温、光照、相对湿度、风速、土壤含水量等因子的影响极大。在生长期一日内蒸腾高峰在12h左右,柠条蒸腾强度为635、沙棘为329、山桃为475mg水/g鲜重/h。在生长末期蒸腾高峰期在12h左右,蒸腾强度柠条为743、沙棘为691、山桃为688mg水/g鲜重/h。蒸腾耗水量月变化以7月份为最高,柠条91.2kg/株·月、沙棘78.7kg/株·月、山桃60.2kg/株·月。在整个生育期生产1g干物质需要耗水,柠条0.621kg,沙棘0.539kg,山桃0.660kg。从环境因子及土壤含水量的影响看,经相关分析,呈正相关,相关性较显著。

为此,该研究为黄土丘陵半干旱区大力营造灌木林,并从植物生理生态学的角度提供了科学依据。

参 考 文 献

- [1] 程积民. 黄土丘陵半干旱区几种牧草蒸腾作用的研究.《干旱区研究》,1989年,第2期
- [2] 程积民. 宁夏南部主要灌木树种的合理利用与布局.《水土保持通报》,1991年,第1期