

* 水土流失区淤地坝的拦泥减蚀作用及发展前景

曾茂林 朱小勇 康玲玲 左仲国

(黄河水利科学研究院 郑州 450003) (河南省延津县水利局 河南延津 453200)

摘要 淤地坝是水土流失地区拦泥、减蚀、增产的措施,不论从单坝、小流域、支流和全流域来看,其拦泥减蚀作用都非常显著。在无定河流域每公顷坝地平均拦泥 $57\ 150\ \text{m}^3$,淤地坝的拦泥量约占水保总拦泥量的 40% ~ 80%。淤地坝的发展前景是建设坝系相对稳定,在暴雨频率为 1.0% ~ 0.5% 时,坝地水深不大于 0.8 m,淹水时间小于 7 昼夜,如达到此条件,淤地坝即可长期起拦泥减蚀增产的作用,因此坝系相对稳定是沟道发展淤地坝的最终目标,是淤地坝发展的必然结果。

关键词 水土流失 拦泥量 减蚀 淤地坝 坝系相对稳定

Effects of Sediment Reduction and Erosion Control and Development Prospects of Warping Dam in Water and Soil Loss Areas

Zeng Maolin Zhu Xiaoyong Kang Lingling

(Institute of Water Conservancy Research of Yellow River Zhengzhou 450003)

Zuo Zhongguo

(Water Conservancy Bureau of Yanjin County in Henan Province Henan Yanjin 453200)

Abstract As a measure for sediment storage, erosion control and grain production increase in water and soil loss areas, warping dams are with significant effects in sediment storage and erosion control by either single dam or dams in small watersheds, tributaries and all basin. The volume of sediment storing in warping dams is makes up 40% to 80% of total sediment reduction by water and soil conservation treatment in Wuding river with average sediment storage of $57\ 150\ \text{m}^3$ in each hectare warping land. The developing prospects for warping dams are the construction of relative stability of dam system, i.e. water depth is less than 0.8 m and duration for warping land in undated is shorter than 7 days when the storm with frequency of 1% ~ 0.5% happens, in which conditions the dams will keep their effects in sediment storage, erosion control and production increase for a long term. Therefore, relative stability of warping dam system is the final objective and inevitable outcome of warping dam development in gullies.

Key words soil and water loss volume of sediment storage erosion reduction warping dam relative stability of dam system

1 淤地坝的发生和发展

黄河中游黄土丘陵沟壑区, 坡陡沟深、土质疏松、植被稀少、降雨集中, 因而造成严重的水土流失。经过 40 多年的水土保持, 虽然取得很大的成绩, 治理度已达 30% 左右, 但由于自然环境的恶劣, 在建设中又增加了一些新的水土流失, 从整体来看水土流失依然很严重。如无定河白家川站 1994 年 8 月三次较大的洪水共产沙 1.47 亿 t, 表明该站较 80 年代汛期平均输沙量增加 1 亿 t 以上。三门峡站 1994 年 1~10 月统计, 输沙量达 15.3 亿 t, 其中 8 月份输沙量为 7.43 亿 t, 可见流域水土流失量仍然很大。

大量的水土流失, 不仅白白地浪费了水土资源, 而且给下游人民造成严重的危害, 修建淤地坝, 就能拦住上游其它措施拦不住的泥沙, 把荒沟淤成耕地, 变害为利, 对水土资源进行开发利用, 所以说淤地坝是水土流失的产物。

沟里打坝淤地有悠久的历史, 据历史记载山西汾西县一带, 在 400 年前的明万历年间就有人打坝, 到清代在晋西北和陕北开始发展, 民国时期已将淤地坝列为治黄方略设想的组成部分。新中国建立以来逐渐把发展淤地坝作为水土保持的一项重要措施, 积极进行试验、示范、推广。目前在黄河中游黄土丘陵沟壑区 20 多万 km^2 的土地上, 已建淤地坝 10 万多座, 淤地约 32.8 万 hm^2 , 拦泥 70 多亿 t, 淤地坝增产作用大, 拦泥效益显著, 不仅是当地群众脱贫致富的有效措施, 也是减少入黄泥沙的最佳措施, 已得到群众和国内外专家学者的认可。

淤地坝是众多的水土保持措施中最重要的措施, 是综合治理系统中最后的一道防线, 是其他措施拦蓄不到或拦蓄不了的惟一措施, 是小流域综合治理模式中难以替代的关键性措施。它是黄河中游多沙粗沙区特定自然条件下的特殊产物。坝地是高含沙水流运行到坝库中沉积泥沙而淤成的较平坦的土地, 多数是当地的高产稳产基本农田。多沙粗沙区由于暴雨集中, 暴雨所产生的洪水含泥沙特多, 一般在 $400\sim 500\text{ kg/m}^3$ 以上, 有的达 1000 kg/m^3 以上; 泥沙的粒径多在 0.05 mm 左右, 与表层原状土的级配接近; 加之洪水从坡面冲下来的泥沙, 多是表层风化较好、成熟较好的表土, 并夹杂有较多的枯枝落叶腐殖质及牛羊粪便, 养分含量较高。所以淤成坝地后不需经过熟化过程, 即能耕种。它的水、土、肥条件均比坡地优越, 也比自然的川、台、塬耕地好, 坝地一般单产在 6000 kg/hm^2 以上, 在同等耕作的条件下, 单产比坡耕地高 4~6 倍以上, 比梯田高 2~5 倍, 为一般川、台、塬耕地的 1.5 倍左右。有些县如陕西的绥德县、子洲县, 坝地面积占耕地面积的 5%~7%, 而坝地的产量却占总产量的 30% 左右。山西的汾西县坝地面积占耕地面积的 20%, 而坝地的产量却占总产量的 57%, 坝地生产了大量的粮食, 解决了农民的基本口粮问题, 群众十分喜爱, 因而有“打坝如修仓, 拦泥如存粮”之说。

同时不少的专家学者在实践中逐步认识到, 黄河的泥沙, 尤其是粗泥沙, 主要来自沟谷地带。沟间地带治得再好, 也只能减少部分泥沙, 而且防御暴雨标准不可能很高, 最多也只是一二十年一遇; 沟谷地中的陡坡和沟槽, 多数应该由谷坊、大中小型淤地坝来控制。从侵蚀机理上看, 淤地坝对抬高侵蚀基点, 稳定沟床减少侵蚀, 制止沟底下切, 沟谷扩张及沟头前进具有重要作用, 不可低估。在黄土丘陵沟壑区实现“沟壑川台化”的设想, 在本世纪 40~50 年代开始萌发, 在近 40 年的实践和研究中, 一批批的沟壑变成了现实。因此, 淤地坝对治理黄河多沙粗沙区有重大现实意义和特殊的地位, 只要还有水土流失, 淤地坝就还会发展。

2 淤地坝的拦泥作用

2.1 单坝的拦泥作用

淤地坝是流域沟道治理的一项重要工程措施,拦泥效果非常显著。据黄河水利委员会黄河上中游管理局的调查资料,无定河流域每公顷坝地的拦泥量,随坝高的增大而增多,666座不同坝高的坝地每公顷平均拦泥量为 $57\ 150\text{ m}^3$,见表1。

表1 无定河流域不同坝高坝地每公顷拦泥统计表

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	1081.0	1161.5	4826.2
淤地面积/ hm^2	22.99	110.98	156.48	155.35	158.34	121.94	118.48	844.53
平均拦泥量/ $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$	14 010	23 940	36 615	48 255	60 825	88 650	104 535	57 150
平均坝高/m		7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	
单坝淤地面积/ hm^2	0.21	0.45	1.05	2.05	3.37	5.81	9.11	

黄委会绥德水保站在无定河、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 $60\ 000\text{ t}/\text{hm}^2$ 。可见淤地坝单坝的拦泥作用是很大的。

2.2 典型小流域淤地坝的拦泥作用

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,拦泥作用明显。如表2所示。

表2列出的王茂沟等小流域,坝地面积与流域面积之比均在 $1/30$ 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。如山西汾西县康和沟小流域,截至1992年已有坝地 434.73 hm^2 ,据现场调查每平方公里可发展坝地 9.27 hm^2 ,现已淤出坝地 8.91 hm^2 ,坝地面积与流域面积之比为 $1/11.2$,坝地总拦泥 $1\ 565\text{ 万 t}$,近几十年来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新阶段。其余5条典型小流域,各项指标虽不相同,其拦泥、淤地、保收作用也与康和沟近似。

表2 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/ hm^2	沟壑密度/ $\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$	坝地面积与流域面积之比
绥德王茂沟	5.97	28.0	4.30	$1/21.3$
绥德韭园沟	70.7	262.4	5.34	$1/26.9$
米脂榆林沟	65.6	242.66	4.38	$1/27.0$
离石王家沟	9.1	36.64	7.01	$1/24.8$
准旗西黑岱沟	32.0	53.93	3.70	$1/59.3$
汾西康和沟	48.8	434.73	4.40	$1/11.2$

2.3 重点支流淤地坝的拦泥作用

各支流淤地坝的拦泥量占全部水保措施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 $66\% \sim 84\%$,充分显示了淤地坝在水保治理措施中的重要作用。三川河是晋西直接入黄的较大支流,干流全长 176.4 km ,流域面积 $4\ 161\text{ km}^2$,其中大部地区为黄土丘陵沟壑区,地貌支离破碎,水土流失非常严重。为了控制水土流失,从很早以前就开始修建淤地坝,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。1970~1979年,平均每年拦泥 124.3 万 t ,水保减沙 186.3 万 t ,淤地坝拦泥量占水保减沙量的 66.7% 。如表3。

表 3 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 hm ²	拦 泥/ × 10 ⁸ m ³	70 年代年均/万 t			80 年代年均/万 t		
				坝地拦泥	水保减沙	坝地占/%	坝地拦泥	水保减沙	坝地占/%
无定河	30 260	2 10	13 7	7 231	9 466	74 6	2 201	5 226	42 1
清涧河	4 080	0 49	2 57	1 560	1 862 7	83 7	867	1 305	66 4
延 河	7 687	0 45	2 52	614	931 0	66 0	852	1 530 5	55 7
皇甫川	3 246	0 246	1 30	741	908 6	81 6	563	861 6	65 3
三川河	4 161	0 273		124 3	186 3	66 7	74	184 1	40 2

从表 3 还可看出,各支流的淤地坝拦沙量占水保总减沙量的比例是 70 年代大于 80 年代。究其原因,是 70 年代建坝较多,进入 80 年代以来,投资不足,再是联产承包后,个体力量有限,难以承担库坝工程的加高、养护;在治理方面主要是坡面措施较多,梯田、林草所占比例较大,建新坝较少,所以库坝拦泥比例下降。

2 4 黄河流域淤地坝的拦泥作用

截至 1995 年底黄河流域共保存沟坝地 38 12 万 hm²,拦泥 712 732 万 m³,坝地拦泥占水保总拦沙量的 66 9%,详见表 4。

表 4 黄河流域沟坝地拦泥量统计表

万 m³

时段	1952~ 1962	1963~ 1969	1970~ 1979	1980~ 1989	1990~ 1995	合 计
沟坝地拦泥量	60072	100442	215137	182377	154704	712732
水保总拦泥量	64742	113526	269469	314477	303265	1065479
沟坝地拦泥占/%	92 8	88 5	79 8	58 0	51 0	66 9

2 5 淤地坝拦泥作用展望

淤地坝坝系拦泥的潜力很大,其一是现有的坝若继续改造、加高,完善布局可以增加大量的拦泥库容,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,发展淤地坝的潜力很大。据黄河中游治理局资料统计,黄河中游多沙粗沙区(指年侵蚀模数大于 5 000 t/km²)约 15 6 万 km²,年输沙量约 14 亿 t,沟长大于 0 5 km 的沟道约 8 万条,其中:0 5~ 3 km 的 7 3 万条,3~ 5 km 的 4 500 条,5~ 10 km 的 2 300 条,10~ 20 km 的 720 条,20~ 30 km 的 35 条,这些沟道多有建坝条件。如果用相对稳定理论指导,科学布设淤地坝,将 3 km² 以下的沟道有效地控制,则仅在河龙区间就有 8~ 9 万 km² 的流域面积不向黄河输沙,每平方公里输沙模数按 5 000 t 计,每年就可减少入黄泥沙 4~ 4 5 亿 t。

2 6 暴雨垮坝对拦泥的影响

如前所述该区的暴雨特点是雨量集中、强度大、历时短,雨量的变化梯度大,暴雨的降雨量大致集中在 24 h 以内,一次降雨强度特别大的降雨,在局部地区或少数河流上可以形成相当大的洪水和输沙量,造成大量淤地坝的损坏,在暴雨中心损坏更甚。究其原因,主要是设计洪水标准偏低,施工质量差,工程不配套等问题所致,也有暴雨特别大的因素。调查发现,有些沟道大暴雨过后,部分坝库遭到冲毁,损失一些坝地;但同时另一些未被冲毁的坝,或下段冲上段淤、或被骨干坝拦后,反而增加了坝地。即新淤的坝地比冲失的坝地还多,同时保护了下游坝地和川台地。如 1994 年 7、8 月间,陕西的子洲、绥德、靖边等县遭受暴雨袭击,汛末调查,在这次暴雨洪水中,虽然被洪水冲垮及局部冲坏的淤地坝达 7 347 座,占淤地坝总数的 23%,冲毁坝地约 3 000 hm²,冲失泥沙约 1 4 亿 t。但其它未冲毁的坝淤地较多,加之一部分泥沙又全被下游的较大型淤地坝和

骨干工程拦住,共新淤出坝地 4 000 多 hm^2 ,拦泥 3.3 亿 t,扣除冲毁部分后,还新增坝地 1 200 多 hm^2 ,新增拦泥 1.9 亿 t。

调查还发现,即使坝冲坏后,先期淤在坝内的泥沙也不是一扫而光,大多是在中间拉开一条沟,冲走的泥沙只占淤积泥沙的 15%~25%。这是因为黄土丘陵沟壑区的暴雨洪水具有峰高量小历时短的特点,当淤地坝剩余库容较小时,一遇暴雨就可能造成坝体溃决和部分冲坏,但因支沟的洪峰尖瘦,洪量较小,历时很短,冲刷和携带泥沙的能力有限。因此只能拉出一些冲沟,大部分原坝地及尾部新淤坝地仍然可以耕种。

3 淤地坝的减蚀作用

淤地坝不但对拦泥、淤地、发展生产有显著作用,而且建坝以后坝内淤积,抬高了侵蚀基准面,可以防止沟道下切和沟岸坍塌,有明显的减轻沟道侵蚀的作用。淤地坝坝高大多为 15 m 左右,坝地淤积结果一般可使近坝段的沟壁坡长从 40~60 m 缩短为 20~40 m,从而使沟谷侵蚀和重力侵蚀的发展机率大大降低。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,50 年代开始在支毛沟中修谷坊、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,干沟比降从 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,在 60 年代初沟谷中红土泻溜面积 0.39 km^2 ,崩塌、滑塌共 100 多处,大都已得到控制。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在淤积面以下部分,将原来水土流失最严重的沟谷和沟床,建坝后被泥沙淤埋了,从此不再发生土壤侵蚀。淤泥面以上相当的范围也由过去的侵蚀型转变为淤积型或平衡型,也大大减少侵蚀。此外,坝体的下游,也因打坝拦截了上游的洪水,也就大大减少了下游侵蚀的动力,原来的侵蚀型转变为非侵蚀型。其影响的范围和减蚀量,由于缺乏严密的观测资料,尚无可靠的计算方法。淤积面以下部分、以上部分以及坝体下游减蚀的作用是肯定的,但如何计算还需进一步研究。近年来有以下几种估算方法:

(1) 以原沟谷侵蚀模数乘被淤积的面积(包括沟床和沟坡);(2) 采用打坝前后的侵蚀量对比求得,打坝前沟道的侵蚀量即为打坝后沟底升高,沟岸不扩张的减蚀量;(3) 采用淤地坝的淤积面积与沟谷地侵蚀模数相乘而得减蚀量,此法是把淤地坝建成后沟谷地减少的面积作为淤积面,也有人采用坝地面积与沟道侵蚀模数、坝地有减蚀作用的面积比例、坝地能控制沟蚀的面积比例相乘而得减蚀量。可见如何具体计算减蚀量,目前还处在探索阶段,所采用的方法还不够成熟。绥德水保站采用坝地面积乘沟谷地产沙模数的办法得到榆林沟、韭园沟的坝地减蚀量占拦沙量的 3.1%~6.4%。熊贵枢等用支流把口站的减沙量减去把口站以上的拦沙量,得到支流坝库减蚀量的办法,分析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%。西峰水保站刘勇等采用坝库修建前该部位侵蚀量的多少来计算南小河沟的坝库减蚀量。即采用

$$G = AMN \quad (1)$$

式中: G ——为单坝的减蚀量(万 t); A ——为单坝的淤地(蓄水)面积(km^2); M_s ——该部位治理前的沟谷侵蚀模数(t/km^2); N ——为单坝建成的年限。

经计算得到南小河沟坝库的总减蚀量为 80.02 万 t,减蚀效益达 16.2%。可见坝库的减蚀作用是很可观的。

淤地坝有如此大的减蚀作用,是因为在黄土丘陵沟壑区的泥沙主要来自沟壑,据有关报告的

分析, 沟壑的产沙量约占总沙量的 60% ~ 70%, 淤地坝把产沙较多的沟壑(包括沟壁和沟床)淤成平地, 淤积面以下的沟壑就不会产生侵蚀作用了, 淤积面以上的一定范围内也减少了侵蚀, 在淤地坝达到相对稳定后, 因淤积面较高, 其减蚀作用更明显。在淤地坝的下游沟道, 由于淤地坝拦蓄了洪水, 从而减轻了沟道的冲刷, 这就是淤地坝减蚀作用大的原因。

4 淤地坝的发展前景

淤地坝的发展必将使小流域内建成成群的坝系, 其发展前景是建设坝系相对稳定, 坝系相对稳定是沟道发展淤地坝的最终目标, 是淤地坝发展的必然结果。

4.1 坝系相对稳定的内涵

坝系是指以沟道小流域为单元, 为充分利用水沙资源建立以拦泥、生产为目的的淤地坝工程体系。坝系相对稳定的原理, 是从防止暴雨洪水损坏淤地坝的前提出发, 达到既保坝又保收的要求。设想暴雨洪水在保收频率范围内平铺在坝地内, 其水深、淤积厚度、蓄水时间不影响农作物的正常生长; 在保坝频率范围内使坝安全运用。

所谓坝系的相对稳定, 是指在沟道小流域内, 建坝资源和水沙资源已充分利用, 在成群有骨干坝的坝系中的相对稳定, 即考虑的不是单坝, 而是坝群。在坝系中各坝有不同的功能, 合理组合, 在坝系内共同起作用, 其相对稳定的条件是在坝系共同作用下达到的。因此坝系相对稳定的含义, 一是在一定暴雨洪水频率下, 能保证坝系工程的安全; 二是在另一暴雨洪水频率下能保证坝地农作物不受损失或少受损失; 三是沟道流域的水沙资源得到充分利用, 泥沙基本不出沟; 四是盐碱危害小、与水工建筑相适应; 五是年均淤积厚度较薄, 后期的坝体加高维修工程量小, 群众可以承担养护。

4.2 坝系相对稳定的条件和标准

从上述坝系相对稳定的一般概念和具体涵义看, 相对稳定需要满足的条件较多, 各条件的组合也比较复杂, 但最根本的一条是坝地面积与坝控流域面积的比值起决定性作用。流域面积一定时, 遇到一定的暴雨, 经过蒸发、渗透、坡面各种植物或低洼地形的截流或各种水保措施的拦蓄后, 流到坝地上的洪水水深, 随坝地面积大小而不同, 坝地面积大, 洪水水深小, 反之洪水水深大。

$$\text{从沙量平衡} \quad M_s F = d_1 A_1 \gamma \quad \text{可得} \quad A_1 / F = M_s / d_1 \gamma$$

$$\text{从水量平衡} \quad M_w F = d_2 A_2 \quad \text{可得} \quad A_2 / F = M_w / d_2$$

式中: M_s ——土壤侵蚀模数; M_w ——洪量模数; F ——坝控流域面积; d_1 ——坝地淤积厚度; γ ——泥沙容重; A_1 、 A_2 ——坝地面积; d_2 为坝地水深。

可见坝地面积与坝控流域面积之比值, 综合反映了小流域径流、泥沙的平衡关系, 与侵蚀模数、淤积厚度、洪量模数、坝内水深等有关, 是研究坝系相对稳定的重要条件和标准, 反映了相对稳定的水平, 比较直观便于操作。

$$I = 0.01 \frac{A}{F} \quad (2)$$

如用坝地面积与坝控流域面积之比 I 来判别坝地相对稳定的程度, 则在一定的频率下坝地淹水深度, 为允许淹水深度时, 坝地面积与流域面积之比值为相对稳定的临界值 I_c , 由 $d = W_p / A$ 可得

$$I_c = \frac{W_p}{dF} \quad (3)$$

式中: A ——坝地面积 (hm^2); F ——坝控制的流域面积 (km^2); W_p ——频率为 p 的洪水总量, (万 m^3); d ——坝地允许淹水深度 (cm)。

则 $I > I_c$ 时坝系达到相对稳定; $I < I_c$ 时坝系没有达到相对稳定。

为了计算相对稳定的临界值, 采用淤地坝有关技术规范推荐公式计算洪水总量

$$W_p = 0.1 \alpha H_p F \quad (4)$$

$$H_p = K_p H_{24} \quad (5)$$

由公式 (3)~ (5) 式可得

$$I_c = \frac{\alpha K_p H_{24}}{10d} \quad (6)$$

式中: α ——洪量径流系数; H_p ——频率为 p 的 24 h 流域中心点雨量 (cm); K_p ——频率为 p 的皮尔逊 III 型曲线模比系数; h_{24} ——最大为 24 h 流域中心点雨量 (cm)。

采用山西省淤地坝工程技术规范附录资料, 就可计算出 I_c 值大致在 0.05~ 0.10 之间, 即淤地面积与坝控流域面积之比在 1/20~ 1/10 之间。

根据典型小流域和聚淤的调查资料, 采用比较对照、综合分析的定量方法得到相对稳定的条件为: 暴雨频率 (24 h 雨量) 100~ 200 年一遇, 坝地积水深度不大于 0.8 m, 淤泥厚度不大于 0.3 m, 淹水时间小于 7 昼夜, 此时坝系坝地总面积与流域面积之比值大致在 1/20~ 1/10 之间。随着坝地的淤积, 淤泥面至坝顶的距离逐渐缩小, 为了防止洪水漫顶, 须要适时加高坝体, 如能达到此条件, 淤地坝即可长期起拦泥增产的作用。

4.3 坝系相对稳定的坝高

为了研究坝系相对稳定的发展前景, 要知道坝修多高, 才能达到相对稳定的问题。因此分析了黄土丘陵沟壑区坝高与淤地面积的关系。

分析中采用 500 多座现有淤地坝的资料, 大致反映了河龙区间各支流的情况。分析结果得到淤地面积与坝高、流域面积的关系式为

$$A = K H^{1.6} F^{0.9} \quad (7)$$

式中: A ——淤地坝面积 (hm^2); H ——坝高 (m); F ——流域面积 (km^2); K ——与断面形状有关的系数。

如沟道中有几座实测坝高与淤地面积的资料, K 值也可直接求得。如无实测资料, 断面形状近似三角形的可采用 0.007 3, 梯形的可采用 0.027, 锅底形的可采用 0.067, 验证结果说明大多数坝的计算值与设计值比较接近。

从公式 (7) 中可得出不同坝高、不同流域面积的淤地坝淤地面积值。如前所述当淤地面积与流域面积之比在 1/15~ 1/20 时可达到相对稳定, 则在流域面积一定时, 不同断面形状的坝高 H 值如表 5 所示。

表 5 不同流域面积不同断面形状达到相对稳定的坝高表

坝控流域面积/ km^2	m					
	三 角 形		梯 形		锅 底 形	
	面积比 1/15	面积比 1/20	面积比 1/15	面积比 1/20	面积比 1/15	面积比 1/20
0.5	67.6	56.5	30.2	25.2	17.0	14.2
1.0	70.6	59.0	31.5	26.3	17.8	14.9
1.5	72.5	60.6	32.3	27.0	18.2	15.2
2.0	73.8	61.7	32.9	27.5	18.6	15.5
2.5	74.8	62.6	33.4	27.9	18.8	15.7
3.0	76.0	63.3	34.0	28.2	19.1	15.9
4.0	77.0	64.4	34.4	28.7	19.4	16.2
5.0	78.0	65.3	34.9	29.1	19.7	16.4

从表5中可以看出,淤地坝要达到相对稳定时的坝高,受沟道断面形状的影响最大。如流域面积在 3 km^2 时,三角形断面需要坝高 $63\sim 76\text{ m}$,而梯形断面只需要 $28\sim 34\text{ m}$,锅底形断面只需 $16.0\sim 19.1\text{ m}$,不同断面形状相差很大。不论那一种断面形状,达到相对稳定时的坝都不难,不需要把坝修到山头上。

4.4 坝系相对稳定的适用范围和推广应用前景

为了快速治理多沙粗沙区,尽快减少入黄泥沙,尽快建设高产稳产的坝地,在坡沟兼治的原则下,重点修建淤地坝是快速治理的有效途径。因此,在多沙粗沙区已初步形成坝系的沟道,只要有旧坝加高的条件(淹没损失小),或有打新坝的条件,都可向相对稳定方向发展。其中黄土丘陵沟壑区,推广坝系相对稳定更有得天独厚的条件: 沟道多呈U字型,比降小且宽阔,沟崖有丰富的打坝材料,有利于打坝淤地,也需要打坝淤地; 洪水含沙量高,泥沙往往集中在几次暴雨期,打坝后很快就淤成坝地; 群众打坝已有悠久的历史,尤其是近20多年来普遍推广“水坠”法打坝,群众已掌握了打坝的技术; 已有很多打坝的好典型,有少数沟坝系已初具规模,已初步达到相对稳定阶段,多数沟道已有了一定的基础; 打坝的劳力充足,经分析在不影响坡面治理的条件下,当地劳力1~2年即可建成一座骨干坝,只用当地富余劳动力的 $1/3\sim 1/2$ 即可适应坝系建设。

因此,在黄土丘陵沟壑区可重点推广坝系相对稳定的技术。首先对已形成坝系的沟道,一条一条的进行相对稳定的规划,一次规划分年实施。对建坝较少的沟道,也应一条一条的作出规划,组织当地劳力逐步开展。

至于多沙粗沙区中的其它类型区,打坝条件虽不及黄土丘陵沟壑区优越,实践证明也可推广应用。近10年来,黄河上中游局,对 15.6 万 km^2 多沙粗沙区快速治理及坝系建设大面积宏观的或小面积微观的,或治沟骨干工程都作过不少的规划或设计,都认为在该区推广淤地坝,走坝系相对稳定的道路是适宜的,而且是“快速”的惟一有效的办法。如果国家在这些方面加大投入,满足需要,精心组织各县乡力量,精心规划、设计,在不影响坡面治理前提下,平均一年打1000座骨干坝(实际控制 4000 km^2)及配套的小型淤地坝是可能的。连续开展20年,即可控制多沙粗沙区 8 万 km^2 ,那时每年就可减少入黄泥沙4亿t以上,发展坝地 40 万 hm^2 ,增产粮食60万t,有如此显著的经济效益、社会效益和生态效益,淤地坝必将得到大力发展,因此推广坝系相对稳定的前景是非常广阔的。

参考文献

- 1 陈彰岑等编著 黄河中游多沙粗沙区快速治理技术的实践与理论 郑州:黄河水利出版社,1998
- 2 郭文元等 汾西县坝地防洪能力分析和防洪保收经验调查 中国水土保持,1993(8)
- 3 曾茂林等 沟道坝系发展相对稳定是完全可能的 人民黄河,1995,(4)
- 4 卫元太等 坝地玉米高粱耐淹试验研究 中国水土保持,1995(9).
- 5 曾茂林等 黄河中游淤地坝坝系相对稳定研究 人民黄河,1997(2)
- 6 孟庆枚主编 黄土高原水土保持 郑州:黄河水利出版社,1996