

黄土高原地区生态淤地坝效益分析探讨

——以陕西延安地区为例

戴静¹, 王彬², 刘世海³

(1. 青海省水土保持局, 西宁 810001; 2. 延安市水利水保局, 陕西 延安 716000;

3. 北京交通大学 土木建筑工程学院, 北京 100044)

摘要:淤地坝工程是黄土高原地区非常重要的水土保持措施之一, 淤地坝的效益与一般水土保持建设工程的效益既有相同之处, 又有不同之处。以陕西延安地区为例, 对淤地坝的效益计算从生态安全、防洪减沙、淤积造地等几个方面进行了分析计算, 为延安地区淤地的效益分析与评价提供理论和实践依据。

关键词:黄土高原; 淤地坝; 水土保持

中图分类号: X171.1; 157.31

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)05-0371-03

Studies on the Benefit of the Silt-retention Dam of the Loess Plateau

——A Case Study of Yan'an Area

DAI Jing¹, WANG Bin², LIU Shi-hai³

(1. Soil and Water Conservation Department of Qinghai Province, Xi'ning 810001, China; 2. Water Resources

& Soil and Water Conservation Bureau of Yan'an City, Shaanxi, Yan'an, Shaanxi 716000, China; 3. School of

Civil Engineering and Architecture, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Silt-retention dam is a mainly measures of soil and water conservation of the Loess Plateau, it plays an import role in the silt control in the middle area of the Loess Plateau. Silt retention-dam benefits include ecosystem safety, flooding control, and silt-land cultivation benefits. The author calculated that the silt retention dam of the Yan'an district, north area of the Shaanxi province. There is about 27 000 pieces silt retention-dam will be built in the Yanan, after it finished, it will keep 0.167 billion ton sediment each year during the filling up period, and increased the cultivated benefit 0.5 billion Yuan(RMB) each year after it filled up.

Key words: Loess Plateau; silt-retention dam; soil and water conservation

淤地坝是黄土高原地区人民群众在长期同水土流失斗争实践中创造的一种行之有效的既能拦截泥沙、保持水土、又能淤地造田、增产粮食的水土保持工程措施, 已有几百年的发展历史^[1]。至20世纪90年代末, 黄河流域共建有大、中、小型淤地坝10余万座, 在拦泥、滞洪、造地、增产及综合利用等方面产生了显著效益^[2~4]。延安地区是黄河中游水土流失最严重的地区之一, 侵蚀类型以水力侵蚀和重力侵蚀为主, 全区多年平均侵蚀量2.84亿t、入黄泥沙2.58亿t, 是黄河中游的主要粗沙区, 在该区修建淤地坝, 是控制和减少该区间洪水、泥沙, 特别是粗颗粒泥沙的有效手段之一, 是减轻黄河下游防洪减淤负担的根本途径。本文以延安黄土高原为例, 对生态淤地坝的效益进行了分析计算, 以期为今后淤地坝的建设提供理论指导。

1 研究区概况

延安地区地处东经107°40'~110°31', 北纬35°31'~37°30', 东西宽约198 km, 南北长约212 km。全区共辖1区12

县, 总面积36 712 km², 其中水土流失面积28 773 km², 多年平均输入黄河泥沙达2.58亿t, 是黄河中游水土流失最严重的地区之一。延安地区系华北陆台的鄂尔多斯地台的一部分, 属中生代沉积岩系, 岩层自东向西由老而新, 多为西北走向。地貌北部以黄土丘陵沟壑区为主, 沟壑密度在4~6 km/km²以上; 南部以高原沟壑区为主, 沟壑密度为2~4 km/km², 全区平均土壤侵蚀模数为9 800 t/(km²·a)。降水量在390~700 mm之间, 年内分布不均, 由南向北递减, 6~9月份降水量约占全年降水总量的75%; 年平均气温7.8~10.6℃, 无霜期150~209 d, 蒸发量1 400~1 700 mm。全区植被较差, 而且分布又极不均匀。延安地区以南的黄龙山、崂山及桥山、子午岭等分布的落叶阔叶林, 森林覆盖率达50%左右, 是本市现存且保存较好的地带性植被。延安地区以北没有连片的落叶阔叶林, 只有少部分的杨林、白桦林、杜梨林及山杏林, 大面积荒山为草本灌丛。

收稿日期: 2006-12-19

基金项目: 中国水利水电科学研究院专项基金(泥集03 KF03)

作者简介: 戴静(1970—), 女, 学士, 会计师, 主要从事水土保持生态建设项目的资金管理及财务工作。

2 淤地坝工程效益

理论上生态淤地坝的效益和其它水土保持措施的效益一样,包括基础效益、经济效益、社会效益和生态效益^[5]。但淤地坝与其它措施的效益发挥有着明显的特点,不同时段,淤地坝发挥效益的侧重点不同,根据淤地坝效益发挥侧重点的不同分为3个阶段:第一阶段是在建坝初期,淤地坝的主要效益体现在防洪、拦蓄泥沙、变浑水为清水等方面;第二阶段是随着淤地坝拦泥量的增加(淤有一定面积的坝地时),淤积的坝地可以种植牧草,此阶段,淤地坝的效益不仅有第一阶段的效益,同时兼有种植产出的效益;第三阶段,也就是淤地坝设计的淤积库容已淤满,大多数的淤地坝已不具备第一阶段的功能,主要是种植产出的效益了。故淤地坝工程的生态、社会和经济效益在淤地坝的淤积期限和淤满后各时段内各方面的效益侧重点不一。

根据延安地区黄土高原生态淤地坝的建设规模设计,该区拟建淤地坝 27 705 座,其中骨干坝 2 847 座,中型坝 6 804 座,小型坝 18 054 座^[6]。

2.1 淤地坝工程基础效益

淤地坝的作用表现在拦泥、减蚀和滞洪三方面,拦泥量由实际测算获得;减蚀量据已有研究成果为拦泥量的 1%~3%,取其值 2%;因滞洪对沟道减蚀量尚无计算方法。因此,淤地坝拦泥总量由拦泥量的减蚀量所组成,如下式^[7]:

$$\Delta W_t = \Delta W_{\text{拦}} + \Delta W_{\text{减}}$$

$$\Delta W_{\text{拦}} = M_{\text{单}}(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \Delta W_{\text{水}}$$

$$\Delta W_{\text{减}} = 0.02 \Delta W_{\text{拦}}$$

式中: ΔW_t ——淤地坝总拦泥量; $\Delta W_{\text{拦}}$ ——淤地坝拦泥量; $\Delta W_{\text{减}}$ ——淤地坝减蚀量; $M_{\text{单}}$ ——单坝地面积拦泥量; f ——坝地面积; α_1 ——人工填坝地面积占坝地总面积的比例系数; α_2 ——推移质泥沙在坝地拦泥量中所占的比例系数; $\Delta W_{\text{水}}$ ——水毁坝地增沙量。式中坝地面积以新增坝地计算; α_1 据无定河等流域的调查, α_1 占 10%~20%,这里计算取 10%;坝地拦泥量主要指悬移质泥沙,据观测资料 α_2 占 5%~10%,这里计算取 5%。

延安地区不同侵蚀类型区淤地坝坝地拦泥量调查,得出了不同侵蚀区域的淤地坝拦泥指标值,如表 1 所示。

表 1 不同侵蚀地区淤地坝拦泥指标 t/hm²

项目	骨干坝	中型淤地坝	小型淤地坝
丘陵区	110000	68000	90000
高原区	125000	81000	100000

星罗棋布的水土保持淤地坝和小水库工程,暴雨水毁是难免的。遭遇超标准暴雨洪水,常常造成局部水毁,即使在防御内的暴雨洪水,也常因工程维修措施跟不上、疏于管理等原因会出现一定的水毁现象。水毁坝增沙 10%~30%,计算中取 10%。根据以上各项指标,可以计算得出不同时段淤地坝的拦泥量,如表 2 所示。

到 2010 年计划工程建成之后,可新增拦泥能力 25.04 亿 t,年均减少入黄泥沙量达到 1.04 亿 t。到 2020 年工程全部建成后,可新增拦泥能力 54.97 亿 t,年均减少入黄泥沙量达到 1.67 亿 t。

2.2 淤地坝工程的经济效益

淤地坝的经济效益主要有拦泥效益、种植效益、蓄水效益及其它效益,因黄河流域水资源较为短缺,考虑全流域的水资源综合利用,淤地坝仅拦蓄部分水资源供当地人蓄饮用,其余通过放水建筑物下排。故在延安地区淤地坝效益计算时主要是种植效益和防洪效益。

表 2 淤地坝不同时段的拦泥能力 万 t

时段	新增拦泥能力总量	年均拦泥能力	年均减少入黄泥沙
2010	250428	11383	10359
2020	549706	18323	16674

种植效益中各种投入产出物的价格均按当地的市场现行价格确定。各项措施的单位投入产出量,则根据典型坝系和已建工程的有关统计资料,综合分析比较后确定。(1)坝地前期种植效益。淤地坝淤地年限较长,传统方法是在淤满后种植,这势必造成土地资源的浪费,为了提高坝地资源的利用效率,本次延安淤地坝建设中采用坝地前期种植的做法,即边淤边种。坝地尚未淤满以前,可种植速生青饲料,主要选取大燕麦、苜蓿等可在汛前收割的草种,其效益计算可按下式计算:

$$B_2 = F \times q \times p / 10000$$

式中: B_2 ——年种植效益,万元; F ——年种植面积, hm²; q ——作物单产, kg/hm²; p ——作物单价,元/kg。

根据调查坝地青饲料产量为每公顷产鲜草 22 500 kg,饲料单价为 0.04 元/kg。2005 年前工程完工后,年可新增坝地前期种植效益为 45.56 万元;2010 年阶段工程完工后,年可新增种植效益为 252.58 万元;2020 年全部工程完工后,年可新增种植效益为 506.47 万元。

(2)淤满后种植效益。新建工程淤积年限期满后,当年开始种植;病险坝在加固维修后 1 a 开始种植。

$$B_3 = F \times q \times p / 10000$$

式中: B_3 ——年种植效益,万元; F ——年种植面积, hm²; q ——作物单产, kg/hm²; p ——作物单价,元/kg。

根据延安市已成坝地种植面积调查统计,2005 年延安市粮食市场平均价为 1.20 元/kg,2010 年前新建工程淤满及病险坝配套工程完工后,年可新增种植效益为 23 404.63 万元;2020 年前新建工程淤满及病险坝配套工程完工后,年可新增种植效益为 49 685.92 万元。

(3)防洪效益。淤地坝经济效益主要来源于拦泥和种植效益,但在居民密集居住地区或严重缺水地区,可以利用已建成的骨干工程适度发展养殖业和节水灌溉,提高水资源利用率,促进当地的经济的发展,但不宜大规模利用水资源,否则会影响全流域水资源的综合利用和分配。防洪效益是指骨干坝对下游农田起到防洪和保护作用,按工程可保护耕地面积计算,灾害率取 35%。

$$B_4 = F_s \times 35\% \times q \times p / 10000$$

式中: B_4 ——计算年防洪保护效益,万元; F_s ——年可保护耕地的面积, hm²; q ——保证产量, kg/hm²; p ——粮食单价,元/kg。

根据延安市已建成骨干工程防洪保护耕地面积调查统计,到2010年工程完工后,年可新增防洪保护效益2 451.33万元,到2020年工程完工后,年可新增防洪保护效益5 380.83万元。

2.3 淤地坝工程的社会效益

延安市平均每年输入黄河的泥沙高达2.58亿t,造成黄河下游河道严重淤积,加重了下游防洪压力,给黄河下游的工农业生产和人民生命财产带来极大威胁,促使国家不得不投入大量资金用于下游清淤和加高堤防。通过淤地坝的建设,在规划工程效益发挥之后,年可有效减少入黄泥沙1.67亿t,为实现黄河“河床不抬高”,确保黄河安澜做出重要贡献。通过淤地坝的建设,可对当地区域起到有效防止沟道下切、沟岸扩张;侵蚀基准面的抬高,有利于减蚀固沟,从而减轻沟道河流洪水的泥沙危害。到2020年效益发挥后,可保护下游耕地0.99万hm²,年可减少经济损失5 380.83万元。

淤地坝的建设促进社会进步表现在以下几方面:一是农业生产条件明显改善,淤地坝有利于荒沟川台化,把山区农民从千百年来延续的翻山越岭、人背驴驮的劳作方式中解放出来,替代的是先进的耕作方式,解放了生产力。同时大量的剩余劳动力可以转化为第三产业,促进农村经济发展。二是新增高产稳产的坝地6.90万hm²(其中新建淤地坝增加坝地6.70万hm²,维修加固新增坝地0.2万hm²),粮食单产由原来的每公顷1 500 kg,提高到粮食单产每公顷6 000 kg,将广大农民从长期形成的“越穷越垦,越垦越穷”的恶性循环和传统的广种薄收的生产方式中解放出来,逐渐走向科学种田、精种多收、农林牧副渔各业并举、种养加工结合的脱贫致富路子。有利于优化土地利用结构,调整产业结构,合理利用水土资源,发展优质高效农业,为实行集约化经营创造条件。三是淤地坝建设改善了居住环境,对农民群众居住条件、生活卫生条件以及文化教育条件的改善也会产生积极的影响,坝路结合,提供了便利的交通条件,为山区商品流通和农民群众与外界交往提供纽带,可促使农民群众脱贫致富,加快区内全面建设小康社会的步伐。四是拉动内需,带动区域经济发展。本次规划修建2.77万座淤地坝,配套加固病险坝520座,共需水泥近98.39万t,劳动力60万个,还需要大量机械,可以形成一个巨大的商品和劳务市场。可以增加农民的收入,而且可以促进黄土高原地区经济发展。

2.4 淤地坝生态效益

淤地坝建成后,明显提高防洪抗旱能力,削减洪峰,调节河川径流,蓄浑排清,降低河流洪水含沙量;将一部分转化为地下水,增加了沟道常流水,涵养了水源,对汛期洪水起到了调节作用,改善了水环境。

淤地坝在淤满前期可蓄水,此对缓解山区人畜饮水困难具有非常重要的作用。淤地坝的存在可调节区域范围的小气候,使得局部的生态环境得到改善。坝地水分充足,土壤

氮、磷、钾和有机质含量高,使坝地变成了“粮囤子”,为建设高效生态农业创造条件。

到2020年,延安地区建设淤地坝2.77万座,形成较为完善的沟道坝系,使荒沟变良田,按照坝地0.07 hm²可退耕坡耕地约0.4 hm²计算,工程建设后,可巩固与促进41.41万hm²坡耕地退耕还林,封山禁牧,有力促进大面积的植被恢复,封育保护面积50多万hm²。

淤地坝的建设有利于为山区农民提供高产稳产的基本农田,提高土地生产力和农业持续增产能力;有利于解除群众的后顾之忧,调动群众治理水土流失的积极性;有利于为大面积“封山绿化”、实施封育保护,从而实现“林草上山,米粮下川”、再造秀美山川创造条件,确保退耕还林还草工程能够“退得下、还得上、稳得住、能致富”。

3 小 结

骨干淤地坝的效益计算结果表明,骨干坝若按设计完成淤积量,则在其控制的流域面积内,可以拦截70%的侵蚀泥沙,年均拦沙量可达1.67亿t,此对于减轻黄河下游河道和水利工程(水库)的泥沙淤积起到非常重要的作用。生态型淤地坝对于水资源的消耗控制在最小,以全流域水资源综合调配及合理利用为前提,在满足当地水资源需求的基础上,坝内拦蓄的水全部以清水形式下泄,有效地拦截了泥沙,为保护黄河下游的安全做出贡献。延安地区淤地坝工程完成后,可新增坝地面积6.90万hm²,坝地粮食产量可达6 000 kg/hm²,此对于保证退耕还林(草)工程的实施具有非常重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 中央农村工作领导小组办公室,等.黄土高原区淤地坝专题调研报告——加快淤地坝建设是治黄减沙、巩固退耕还林成果、促进农民致富一举多得的好措施[R]. 2002.
- [2] 冉犬川,罗全华,刘斌,等.黄河中游地区淤地坝减洪减沙及减蚀作用研究[J].水利学报,2004,(5):7-13.
- [3] 高季章,曹文洪,汪小刚.新时期淤地坝规划设计中的若干技术问题探讨[J].中国水利水电科学研究院学报,2003,(1):9-16.
- [4] 方学敏,万兆惠,匡尚富.黄河中游淤地坝拦沙机理及作用[J].水利学报,1998,(10):49-53.
- [5] GB/T15774-1995,水土保持综合治理效益计算方法[S].
- [6] 刘世海,曹文洪,吉祖稳,等.陕西延安黄土高原地区淤地坝建设规模研究[J].水土保持学报,2005,19(5):127-130.
- [7] 唐克丽,史立人,刘万铨,等.中国水土保持[M].北京:科学出版社,2004.