

黄土丘陵沟壑区淤地坝建设效益与存在问题

郑宝明

(黄河水利委员会绥德水土保持科学试验站, 陕西 绥德 718000)

摘要: 韭园沟流域是黄土丘陵沟壑区第一副区具有代表性的一条小流域, 1953 年被确定为水土保持试验、示范基地, 并开展了以沟道淤地坝建设为主要措施的小流域综合治理。50 a 来取得了显著的拦泥淤地增产效益、生态效益和社会效益, 为黄土高原丘陵沟壑区淤地坝建设起到了典型引路作用。分析了淤地坝建设运行过程中存在的一些突出问题, 可为今后大规模的沟道淤地坝系建设提供科学依据和实践经验。

关键词: 黄土丘陵沟壑区; 水土流失; 韭园沟; 淤地坝; 综合效益

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2003)06—0032—04

中图分类号: TV 64

Benefits and Problems of Sediment-storage Dams Construction at Jiuyuanguou Catchment in Loess Hilly and Gully Areas

ZHENG Bao-ming

(Suide Experimental Station of Soil and Water Conservation, Water Resource Committee of Huanghe River, Suide 718000, Shaanxi Province, China)

Abstract: Jiuyuanguou catchment is typical of the loess hilly and gully areas, and was identified as an experiment and demonstration base for soil and water conservation in 1953. Since then, comprehensive strategies have been carried out to control soil and water loss with the construction of sediment-storage dams as the main measure. In past 50 years, great achievements have been made in social and economic development and land productivity improvement. The experiences from and problems identified in the construction and operation of sediment-storage dams in Jiuyuanguou catchment can provide scientific and technical support and guidance for the construction of sediment-storage dams in the loess hilly and gully areas in the future.

Keywords: loess hilly and gully region; soil and water loss; Jiuyuanguou catchment; sediment-storage dam; comprehensive benefit

黄土丘陵沟壑区是黄土高原水土流失最严重的地区,也是黄河泥沙的主要来源区。尤其面积 $7.07 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的黄土丘陵沟壑区第一副区(简称黄丘一副区),更是黄河多沙粗沙的主要产区。区内梁峁起伏,沟壑纵横,地形破碎,土质疏松,暴雨集中,植被稀少,土壤侵蚀非常严重。严重的水土流失造成黄河下游河床逐年淤高,形成世界闻名的“地上悬河”,水少、沙多、水位高成为当今黄河的显著特点,给黄河下游防汛带来很大的压力,给下游两岸人民生命财产安全形成了很大威胁,成为中华民族的“心腹之患”。加剧了该区生态环境的恶化,由于水土流失,沟边线和沟坡线不断向上延伸,地形变得又深又陡,土壤侵蚀方式由面蚀向沟蚀、重力侵蚀发展,加剧了水土流失,使本来就很脆弱的生态环境越发恶化。造成区内土壤贫

瘠,土地生产力下降,农业生产水平低下,经济落后,群众的温饱问题长期得不到解决。由此可见,如何加快黄土丘陵沟壑区第一副区的水土流失治理是关系到国计民生的大事,关系到黄土高原地区经济社会发展的大问题,具有重大的战略意义。

1 韭园沟流域概况

韭园沟流域是 1953 年确定的水土保持试验、示范基地,位于陕西省无定河中游左岸,介于东经 $110^\circ 16' - 110^\circ 26'$,北纬 $37^\circ 33' - 37^\circ 38'$ 之间,流域面积 70.7 km^2 ,主沟长 18 km,沟壑密度 5.34 km/km^2 ,其自然特点在黄土丘陵沟壑区具有代表性。流域内梁峁起伏,沟壑纵横,土壤侵蚀极为剧烈。该流域属温带半干旱大陆性季风气候,据多年实测资料统计,多年平

收稿日期: 2003-09-16 修回日期: 2003-10-26

资助项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(kzcx3-sw-422); 中国科学院水利部水土保持研究所领域前沿科研专项经费资助项目
作者简介: 郑宝明(1959—),男(汉族),陕西佳县人,高级工程师,绥德水土保持科学试验站站长,从事水土保持科研与管理,发表论文 30 余篇。电话(0912) 5632786。

均降雨量 475.1 mm, 但年际变化较大, 多雨的 1964 年达 735.3 mm, 少雨的 1956 年仅 232 mm, 相差 3 倍多。治理前多年平均侵蚀模数为 $18\ 120\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 由于严重的水土流失, 使流域内生态环境十分脆弱, 生产条件差, 群众极度贫困, 20 世纪 50 年代初人口仅有 5 013 人, 农耕地高达 $4.23 \times 10^7\ \text{hm}^2$, 没有“三田”和成片的林地, 年产粮食总量 $8.00 \times 10^5\ \text{kg}$, 人均仅 160 kg, 人均收入仅 100 元, 群众的温饱问题长期得不到解决, 处于极度贫困之中。1953 年韭园沟被列为水土保持试验、示范基地, 并开展了以沟道淤地坝建设为主要措施的小流域综合治理, 50 a 来取得了显著成效, 获得了大量的第一手资料, 取得了 100 多项科研成果, 示范推广了数条沟道坝系流域, 为黄土丘陵沟壑区的水土流失治理、生态环境建设和经济社会发展起到了典型引路作用。

2 流域淤地坝发展过程

韭园沟流域从 1953 年就开始淤地坝的试验研究和建设工作, 首先在主沟道及较大支沟修建淤地坝 5 座, 然后进一步向支沟道发展, 逐步形成坝系, 最终达到相对稳定状态。50 a 来沟道坝系建设经过 4 个阶段。(1) 1953—1963 年试验示范阶段。这一阶段坝系建设的方式是自下而上, 先在主沟或较大支沟沟口修建第 1 座坝, 淤成后在其上游修建第 2 座淤地坝, 上蓄下种, 直至布满。这种布局的优点是坝系形成速度快, 受益早。该阶段共建淤地坝 148 座, 布坝密度为 $2.1\ \text{座}/\text{km}^2$, 总库容为 $1.47 \times 10^7\ \text{m}^3$, 可拦泥 $1.09 \times 10^7\ \text{m}^3$, 可淤地 $153.61\ \text{hm}^2$ 。(2) 1964—1977 年为坝系发展阶段。这一阶段由于水坠筑坝技术的试验成功, 从而加快了淤地坝建设的速度, 共建坝 237 座, 累计达到 333 座, 布坝密度为 $4.70\ \text{座}/\text{km}^2$, 总库容为 $1.24 \times 10^7\ \text{m}^3$, 可拦泥 $9.25 \times 10^6\ \text{m}^3$, 可淤地 $123.43\ \text{hm}^2$ 。其建设的特点是: “以小型为主, 小多成群”。运用方式是“蓄种并行”。这种布设的优点是投资少, 坝系形成速度快, 坝地利用率高。但坝系中未布设控制性的骨干工程, 设计标准低, 防洪能力差, 工程不安全。(3) 1978—1983 年为坝系骨干控制阶段。1978 年

后对坝系进行了改(扩)建, 采取小坝并大坝, 大小结合, 骨干控制的原则, 将流域内淤地坝由 333 座, 调整合并为 253 座, 布坝密度为 $3.6\ \text{座}/\text{km}^2$, 在 12 条较大支沟中增设了骨干工程, 并提高了设计标准。骨干工程采用 50a 一遇洪水设计, 100a 一遇校核。该阶段新建坝 6 座, 总库容为 $4.27 \times 10^5\ \text{m}^3$, 可拦泥 $3.22 \times 10^5\ \text{m}^3$, 可淤地 $4.6\ \text{hm}^2$, 从而有效地拦蓄了洪水, 增加了淤地面积。(4) 1984—2000 年为相对稳定阶段。这一阶段, 以提高坝地利用率和保收率为主, 按坝地面积与集水面积之比 1/20 为标准, 进行分期加高配套, 该阶段新建淤地坝 20 座, 总库容 $2.00 \times 10^6\ \text{m}^3$, 可拦泥 $1.49 \times 10^6\ \text{m}^3$, 可淤地 $21.39\ \text{hm}^2$ 。到 1997 年韭园沟流域坝数累计达到 263 座, 布坝密度为 $3.70\ \text{座}/\text{km}^2$, 其中治沟骨干工程(简称骨干坝) 5 座, 大中型淤地坝 10 座, 小型淤地坝 248 座, 总库容为 $2.95 \times 10^7\ \text{m}^3$, 从而使坝系达到了运行安全、生产保收的相对稳定状态。

3 综合效益分析

3.1 拦泥淤地效益

据沟口径流站观测, 韭园沟流域 1953—1998 年淤地坝拦泥总量为 $2.97 \times 10^7\ \text{t}$, 年平均拦泥 $6.60 \times 10^5\ \text{t}$, 拦泥定额为 $1.13 \times 10^5\ \text{t}/\text{hm}^2$, 减沙模数为 $9\ 415\ \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 多年平均侵蚀模数由治理前的 $19\ 120\ \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 今已下降为输沙模数 $2\ 060\ \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 下降了 88.6%, 根据历年观测资料分析(表 1), 随着淤积年限的延伸, 坝地面积不断扩大, 坝系基本上实现了对洪水泥沙的控制, 拦沙效益十分显著, 是其它水保措施无可替代的。同时可淤地 $314.09\ \text{hm}^2$, 已淤地 $262.51\ \text{hm}^2$, 已利用 $212.76\ \text{hm}^2$, 利用率为 81.0%, 过去的荒沟变成了现在的米粮川。

3.2 坝地增产效益

淤地坝是坡面上肥沃的土壤经洪水携带至沟道淤积而成的, 因此, 水肥条件好, 地面平坦, 利用率高。据调查, 韭园沟流域已淤成的坝地利用率在 80% 以上, 保收率在 90% 以上, 坝地在较大洪水的年份和干旱年份也可保收。

表 1 韭园沟坝系各阶段拦泥效益统计

时 段	年均降水量/mm	产流降水量/mm	年均产流量/mm	年均产沙量/mm	年均输沙量/mm	年均减沙量/ $10^4\ \text{t}$	减沙率/ %
1954—1963	528.5	211.9	339.0	78.41	51.91	26.5	33.8
1964—1977	406.2	215.4	462.0	155.10	116.20	38.9	25.1
1978—1983	465.1	118.1	371.0	69.62	6.32	63.6	90.9
1984—1994	448.2	156.1	290.6	59.49	0.39	59.1	99.3
1995—1998	449.1	158.3	329.5	67.40	14.44	53.0	78.6

据王茂沟小流域 1960—1996 年的观测分析,坝地平均产粮 $4\ 750\ \text{kg}/\text{hm}^2$,水平梯田平均产粮 $1\ 606\ \text{kg}/\text{hm}^2$,坡耕地平均产粮 $566\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。坝地平均单产是水平梯田的 2.96 倍,是坡耕地的 8.39 倍,按此算,该流域 1997 年已利用的坝地面积 $212.76\ \text{hm}^2$,年生产粮食 $1.01 \times 10^6\ \text{kg}$,相当于 $1\ 785.5\ \text{hm}^2$ 坡耕地生产的粮食,占流域总面积 25.3%。可见淤地坝增产作用很显著,是黄土丘陵沟壑区高产稳产的基本农田。

3.3 坝地生态效益

3.3.1 控制了沟道重力侵蚀 根据韭园沟流域观测计算,沟谷地占流域面积的 40.6%,但产沙量占流域总产沙量 57.9%~69.5%,并以重力侵蚀为主,表现为沟底不断下切,越切割越深;两岸扩张,滑塌、崩塌、泻溜严重;沟掌向前延伸。据韭园王茂沟小流域 1964 年观测,沟谷坡滑塌有 99 处,土方为 $21\ 295.8\ \text{m}^3$;崩塌有 35 处,土方为 $5\ 494.6\ \text{m}^3$,泻溜有 1 处,土方为 $26\ 806.8\ \text{m}^3$ 。到 1986 年以后,由于沟道修建淤地坝抬高了侵蚀基准面,制止了沟道下切,稳定了沟壁,加上坡面采取工程和林草措施,再未出现上述侵蚀的情况,沟道重力侵蚀得到了有效控制。

3.3.2 促进流域退耕还林还草及封育修复 坡耕地为主的农田逐步向坝地转移,流域的承载能力加大,促进了陡坡地的退耕还林还草;同时,由于坝地有充足的水肥条件,适宜多种作物生长,是高产稳产的基本农田。据韭园王茂沟小流域 1960—1996 年试验观测,每增加 $1\ \text{hm}^2$ 坝地,在粮食生产不减少的情况下可退耕坡地 $8.39\ \text{hm}^2$,退耕水平梯田 $2.96\ \text{hm}^2$,按此计算,韭园沟流域可退耕坡地 $1\ 785\ \text{hm}^2$,占流域面积的 25.3%。可见,沟道坝系建设为流域退耕还林还草和封育修复创造了条件。

3.3.3 增加了常水流量和水面面积 据韭园沟口站资料分析,1954—1964 年常水流量均为 $28\ \text{L}/\text{s}$;1965—1974 年为 $36\ \text{L}/\text{s}$,增加了 1.28 倍;1975—1988 年为 $65\ \text{L}/\text{s}$,较 1954—1964 年增加了 2.3 倍;1989—1998 年为 $78\ \text{L}/\text{s}$,较 1954—1964 年增加了 2.79 倍。由于修建了治沟骨干工程和水库,使水面面积发展为 $80\ \text{hm}^2$,促进了农田水利化和水产业发展。

3.4 社会效益

韭园沟流域坝地面积和水面面积的不断增加,改变了生产条件,从而促进了产业结构的调整。首先是土地利用结构发生了根本性的变化,截止 1999 年底农耕地面积为 $3\ 648.42\ \text{hm}^2$,其中“三田”面积由无发展到 $1\ 934.93\ \text{hm}^2$,占 53.03%;林地面积由过去无成片林发展到 $1\ 613.12\ \text{hm}^2$,其中经济林为 $406.6\ \text{hm}^2$,占 25.21%;草地面积 $715.5\ \text{hm}^2$,其中人工草地

由过去 $44\ \text{hm}^2$,发展到 $671.5\ \text{hm}^2$,占 93.85%,土地利用结构的变化为产业结构的调整创造了条件,骨干工程和水库的建设实现了沟道坝地和周边农田水利化,改变了生产条件,提高了土地的生产力和经济效益。韭园沟坝系出现了坝地果园、大棚蔬菜、池塘养殖、生态苗圃等,坡地林草面积的增加促进了畜牧业、养殖业的发展。据调查统计,饲养大家畜 390 头,羊 2500 只,猪 1700 头,池塘养渔 1333 尾,并不断按市场需求来调整产业结构进行集约型经营,使过去单一的粮食生产向粮食、油料、蔬菜、果品、水产、肉食等集约型生产转变,农村产业结构也由单一的小农经济变为农林牧副渔各业并举,种植业、养殖业、农副产品加工业全面发展的新格局。促进了流域经济发展和农民生活水平的提高,人均纯收入由治理前的 100 元提高到 1999 年的 570 元。

骨干工程和淤地坝系的建设也改善了韭园沟流域的交通条件。流域内沟壑纵横,沟壑密度较大,沟谷坡均在 20 以上,治理前,沟道两岸缺少道路的沟通,只有临时的便道,从而使农业耕作、农田水利化、发展经济和群众脱贫致富受到了严重的制约。通过 50 a 来的骨干工程和淤地坝建设,坝路结合,坝顶成了连接沟道两岸的桥梁,形成了沟道坝系道路网络,据调查统计,韭园沟流域有 47% 的骨干工程和大、中型淤地坝成为道路网络的骨架。从而使坝地小平原实现了机械化和水利化。同时也促进了乡与乡,村与村,道路、水路、线路的“三通”建设,加速了信息、文化、产品的广泛交流和市场化、城镇化的进程,使韭园沟流域得到了全方位的社会进步。

4 丘陵沟壑区淤地坝发展前景预测

韭园沟淤地坝系建设运行 50 a 来的实践证明,淤地坝具有有效控制水土流失,改善生产条件,增加高产稳产农田,促进大面积退耕还林还草和自我修复,是流域经济社会可持续发展的一项战略性措施。可以说韭园沟流域坝系建设为黄土高原丘陵沟壑区的水土流失治理起到了典型示范作用。黄土高原丘陵沟壑区沟道淤地坝系建设具有很大的发展潜力。这些区域大部属干旱半干旱区,地形破碎,沟道宽阔。

据《黄河流域黄土高原地区水土保持专项规划》,仅黄河中游区—龙区间 $1.21 \times 10^5\ \text{km}^2$ 范围内,就有沟道近 8.0×10^4 多条,其中 $0.5 \sim 3\ \text{km}^2$ 的沟道 7.3×10^4 条, $3 \sim 10\ \text{km}^2$ 的沟道 6785 条, $10 \sim 30\ \text{km}^2$ 的沟道 752 条,这些一般都有建坝条件。据《黄河流域黄土高原地区水土保持生态环境建设规划》和各省(区)淤地坝发展潜力调查统计,黄土高原今后可兴建骨干

坝 2.0×10^4 , 淤地坝 1.3×10^5 座, 累计可拦蓄泥沙 3.50×10^{10} t, 同时新增坝地 3.33×10^5 hm^2 。不仅可减少入黄泥沙, 实现黄河下游“河床不抬高”的战略目标, 而且可从根本上改变黄土高原地区农业生产条件和生态环境, 促进区域经济和社会的快速发展。

5 淤地坝建设和运行应注意的问题

韭园沟流域沟道淤地坝体系建设表明, 淤地坝的水土保持综合效益非常显著, 为其它措施所不可替代, 在黄土高原丘陵沟壑区具有广阔的发展前景, 但是还存在一些不容忽视的问题需注意解决。

5.1 沟道工程布局

韭园沟流域 1977 年遇到了大暴雨洪水, 红旗水库垮坝, 造成主沟下游连锁垮坝, 经调查, 20 世纪 70 年代群众自发修建的淤地坝, 未进行统一规划和勘测设计, 缺少控制性的骨干工程, 坝系的防洪能力低, 加上施工质量差, 遇上暴雨洪水, 一旦某一坝失事, 就会形成连锁反映, 造成泥沙的二次流失和巨大损失。因此, 在沟道坝系建设中务必要加强前期工作, 科学地进行规划和勘测设计, 合理布局, 要遵循“骨干控制、大小结合、中小为主、综合利用”的原则, 要以骨干工程来提高坝系的设计洪水标准, 提高工程质量, 确保坝系的工程安全和生产安全。

5.2 沟道工程配置

1999 年韭园沟坝系调查表明, 20 世纪 60—70 年代修建的淤地坝中存在着许多只有坝体没有排水设施的“闷葫芦坝”, 难以发挥其综合效益; 坝体、泄洪或输水设施受损坏的也相当严重, 随时威胁淤地坝工程安全, 成为病坝; 大部分淤地坝, 尤其是中小型淤地坝已淤满, 没有滞洪库容。据统计, 在 237 座淤地坝中, 骨干坝 17 座, 已淤库容占骨干坝总库容 53.9%, 大中型淤地坝 34 座, 已淤库容占大中型淤地坝总库容 64.75%, 小型淤地坝 186 座, 已淤库容占小型淤地坝总库容 88.60%。上述淤地坝既无溢洪道, 又没有加固加高, 防洪保收能力极差, 因此在沟道坝系建设中对淤地坝结构应科学设计, 骨干工程应 3 大件齐全, 一次建设完成; 一般淤地坝为 2 大件, 即坝体和放水建筑物一次建设分期加高的方法修筑。对出现的病险坝要及时加固, 以保证正常的生产运行。对已淤满的坝要及时加高, 增加滞洪库容, 达到防洪保收。

5.3 沟道工程水资源利用

主要是沟道洪水资源和地下水资源的利用。韭园沟流域有些支沟坝系缺少拦洪骨干坝和蓄水池、小水库, 坝系洪水资源不能合理分配利用, 使其在丰水年

保收率低, 在枯水年由于干旱而产量低下。吴家畔村 1998—1999 年, 两年未被洪水漫淤的坝地粮食产量约 $3\ 000\ \text{kg}/\text{hm}^2$, 而被洪水漫淤的粮食产量在 $4\ 500\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 以上; 三角坪村大坝上游有一蓄水池可自流灌溉, 坝地在 1999 年干旱之年粮食产量达 $7\ 500\ \text{kg}/\text{hm}^2$, 是旱坝地产量的 2.5 倍。因此, 在沟道坝系建设中应科学规划, 合理布设拦洪骨干坝、蓄水池和小水库, 将有限的洪水资源进行合理的分配和充分利用。另据调查, 韭园沟坝系有近 $36\ \text{hm}^2$ 的坝地由于地下水排泄不畅造成坝地盐碱化而不能生产, 占总坝地面积 13%。在坝系建设中应采取科学合理的措施改变地下水排泄条件, 降低地下水位, 如合理安排修建蓄水池、小水库, 箍洞排水, 抬高淤地面或降低排洪渠底高程, 铺设黏土, 改变利用方式等措施。促进地下水资源合理利用, 防治盐碱化, 提高坝地利用率和保收率。

5.4 沟道工程管理养护

根据韭园沟、榆林沟、高家沟、川掌沟、碾庄沟 5 条典型小流域调查统计, 在 628 座坝中, 有 479 座病险坝, 占总坝数的 76%。另外根据陕西省水土保持局对陕北淤地坝普查, 陕北地区有淤地坝 31 797 座, 其中病险坝 24 107 座, 占总坝数的 75.8%。这些病险坝中大部分长期失修, 既没有维护又没有加固, 有的坝泥面与坝顶同高, 有的坝体被洪水拉开缺口, 无拦洪拦泥能力, 坝地变成了旱台地, 失去了拦蓄和增产作用。造成这种现象的主要原因是, 群众对淤地坝管护不够重视, 重建轻养, 有人生产利用, 无人管理维护, 淤地坝运行过程中出现的问题得不到及时解决, 由小问题发展成大问题, 直至失去拦蓄能力变成旱台地。相反韭园沟流域吴家畔村, 每年春季将全村淤地坝进行加固维修一次, 使坝地拦蓄能力增加, 坝地利用率高达 95% 以上。由此可见, 在沟道坝系建设运行中必须加强对工程的管护, 要形成管理制度和办法, 要遵循“谁经营、谁受益、谁养护”的原则, 将责任落实到户到人, 一旦工程出现问题有人检查, 有人维护, 以保证坝地资源的充分利用, 生产效益的长期发挥。

[参 考 文 献]

- [1] 华绍祖, 谭节升, 史景汉, 等. 黄丘(一)副区水土流失规律及水土保持减水减沙效益试验研究报告[R]. 1989.
- [2] 黄河水利委员会绥德水土保持科学试验站. 淤地坝试验研究与实践[M]. 黄河水利出版社, 2003.
- [3] 黄河水利委员会绥德水土保持科学试验站. 黄河流域水土保持综合治理韭园沟示范区初步设计[R]. 2000.
- [4] 黄河水利委员会. 黄河流域黄土高原地区水土保持专项规划[R]. 2002.