

解决陕北库坝群泥沙淤积的根本途径

祁菁

(水利部 西安水土保持生态环境规划设计院, 陕西 西安 710001)

摘要: 在对陕北黄土高原库坝群泥沙淤积治理模式研究的基础上, 从该区地貌特征、水土流失成因出发, 提出了解决库坝群泥沙淤积的途径。通过采用沟头、支毛沟、干沟及坡面的综合治理, 实现相对就地拦截泥沙, 从而达到控制库坝淤积的目的。

关键词: 泥沙淤积; 沟道; 坡面; 治理

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2006)02—0085—03

中图分类号: P333.4

Basic Way of Resolving Deposit Mud and Sand in Cohorts of Storerooms and Dams in North Shaanxi Province

QIJing

(Xi'an Soil and Water Conservation Ecology Environment Planning and

Designing Academy, Ministry of Water Resources, Xi'an 710001, Shaanxi Province, China)

Abstract: Based on research on management modes of deposited mud and sand in cohorts of storerooms and dams in the Loess Plateau of Shaanxi Province, the authors point out a way how to resolve mud and sand deposit in cohorts of storerooms and dams in terms of landform features and the causes of soil and water loss. In order to relatively hold up mud and sand on the spot and control deposition, we should control head channels, branch channels, main channels on slope surface comprehensively.

Keywords: mud and sand deposit; channel; slope surface; management

1 问题的提出

陕北地处黄土高原。现有水库 138 座, 其中大型 1 座, 中型 26 座, 小(一)型 53 座, 小(二)型 58 座。现有治沟骨干工程 327 座, 各类淤地坝 3 万余座。据统计, 经 1995 年核定的 138 座水库中, 库容已基本淤满的有新桥、旧城、杨伏井等 20 座水库, 不能满足防洪标准(GB50201—94)的有 98 座水库, 占总数的 71% 以上。1994 年 8 月 5—10 日在无定河的源头河流——红柳河上发生了一次约 50 a 一遇的降水, 流域内的西郊、西湾、鲍家湾等 11 座中小型水库几乎于一日内垮坝。该河干流咽喉部位的新桥水库及金鸡沙等下游水库, 出现了岌岌可危的被动局面。同一时间, 陕北 3 万余座淤地坝, 一次水毁 7 347 座, 其中垮掉 1 590 座。

多年的经验和教训已经证明, 在陕北地处黄河中游多沙粗沙区修建库坝, 首要解决的问题是泥沙。象在红柳河流域土壤侵蚀模数高达 $1.86 \times 10^4 t / (km^2 \cdot a)$ 的剧烈侵蚀地区, 要以有限的库容, 拦截无限的泥沙,

不仅不经济, 而且拦泥库坝自身也难以逃脱淤满为患的厄运。因此, 片面追求用库坝拦泥而忽视水土保持综合治理, 短期内虽然有效, 但不可能持久, 更不可能从根本上解决问题。

2 库坝泥沙淤积的缘由

2.1 地貌特征

我国西北黄土高原在白垩纪末期处于准平原阶段, 始新世初期准平原开始褶皱、拱曲, 渐新世末期, 准平原彻底解体。在以后漫长的地质年代, 新构造运动剧烈, 大面积的升降、断层活动, 形成了一系列山体与盆地, 这就是黄土沉积以前黄土高原的地貌基础。从第四纪初开始的大规模沉积过程, 依次沉积了午城黄土、离石黄土、马兰黄土和全新世黄土。其间多次侵蚀、堆积轮回, 在高原上发育了大量的河谷及各种形态的谷间地。直到今天, 展现在我们面前的塬、梁、峁与千沟万壑相间的黄土高原地貌, 是历经 200 ~ 300 万年的地质历史产物。而陕北则是我国西北黄土高原的主要组成部分, 按成因划分主要属黄土高原

收稿日期: 2004-08-17

资助项目: 陕北水土保持生态建设示范区淤地坝建设项目

作者简介: 祁菁(1972—), 女(汉族), 山西省闻喜县人, 高级工程师。主要从事水土保持生态环境的规划、设计和研究工作。电话(029) 87449738, E-mail: qijing518@126.com。

剥蚀堆积类型。黄土堆积承袭了复杂的古地貌,而且堆积过程既有河流下切,又有局部隆起,因而形成了塬、梁、峁及与之相嵌的沟壑等多种形态的地貌。海拔高程在 900~1500 m 之间,具体可划分为 3 大地貌

类型,分别是长城以北风沙地貌,长城以南延安以北黄土丘陵沟壑地貌和延安以南黄土高原沟壑地貌。第四系黄土土覆盖厚度一般为 50~150 m,高者达 190 m(表 1)。

表 1 陕北地区地貌特征

地貌单元	面积/ 10 ⁴ km ²	形态特征	平均沟壑 密度/ (km km ⁻²)	地面坡度组成/ %				水土流失 特点
				<5°	5°~15°	15°~25°	>25°	
风沙地貌	1.41	沙丘密布 间有滩地	0.68	40	30	16	14	风蚀为主、沙丘 移动
黄土丘陵 沟壑地貌	5.33	延安以北以 峁状丘陵为主, 以南以梁状丘陵为主	4.0	13	17	22	48	沟蚀、面蚀都很 严重
黄土高原 沟壑地貌	1.32	塬面宽平 沟壑深切	2.0	39	17	21	23	沟蚀为主、面蚀 次之

2.2 水土流失

陕北黄土高原以其特有的大范围深厚黄土沉积和强烈的水土流失而为世人瞩目。该区是黄河中游水土流失最严重的地区。据 1990 年全国土壤侵蚀遥感普查资料,水土流失面积 6.56 × 10⁴ km², 占总土地面积的 81.4%。其中,侵蚀模数 1 000~5 000 t/(km²·a) 的面积为 1.46 × 10⁴ km², 占全区水土流失面积的 22.2%; 侵蚀模数 5 000~8 000 t/(km²·a) 的面积为 1.69 × 10⁴ km², 占全区水土流失面积的 25.7%; 侵蚀模数 8 000~15 000 t/(km²·a) 的面积为 1.26 × 10⁴ km², 占全区水土流失面积的 19.1%; 侵蚀模数大于 15 000 t/(km²·a) 的面积为 2.16 × 10⁴ km², 占全区水土流失面积的 33.0%。局部地区的侵蚀模数高达 40 000 t/(km²·a), 为全国之首, 世界所罕见, 是黄河泥沙及粗沙的主要来源地。

2.3 库坝泥沙淤积

黄土高原大部分为抗蚀性、抗冲性很弱的土壤, 其类型主要有黄绵土、风沙土、黑垆土, 其中黄绵土广泛分布全区的梁、峁、坡、沟、塬面及川台地, 一般粉粒含量 50%~60%, 遇暴雨易流失; 风沙土分布于长城沿线, 1.0~0.05 mm 的粉粒占 80%, 遇风易流动; 黑垆土多零星分布, 主要见于黄土丘陵残塬顶部, 粗粉粒含量约占 52%, 抗冲、抗蚀力较差。在经过日益严重的自然和人为因素加速侵蚀后, 使原有相对和缓的起伏地形日益沟壑化和陡坡化, 沟壑密度达 3~5 km/km², 高者达 6~8 km/km², >25° 的土地面积占总土地面积 60% 以上, 加之失去植物保护的下垫面, 一遇暴雨即产生严重的水土流失。陕北库坝群大多集中分布于入黄的二级支流和一级支流的源头, 这些支流的两侧有很多大小不等的小流域汇入, 又为沟道, 这些小流域是由毛沟、支沟和干沟 3 级组成, 从而

构成了泥沙输送系统。暴雨季节在坡面上产生的水流和泥沙, 首先通过沟谷坡上的切沟(即沟头)汇入毛沟, 毛沟的流量和含沙量过程是由不同切沟的水、沙汇流过程相互叠加构成的, 同样, 当各条毛沟径流、泥沙汇入支沟、再汇入干沟, 期间随着流域面积的不断加大, 水、沙量急剧增加, 另外, 由于坡面和沟道的比降陡, 地表汇流速度快, 相对而言, 小流域的调蓄能力有限, 这样, 众多大量的小流域水、沙就进入了支流上分布的库坝内, 并逐渐形成了泥沙淤积。

3 解决库坝泥沙淤积的根本途径

在剖析库坝泥沙淤积来源的基础上, 解决库坝泥沙淤积的根本途径是库坝上游两岸众多小流域的沟头、支毛沟及干沟的治理与防护。

3.1 沟头防护措施

陕北黄土高原丘陵沟壑区强烈的水土流失, 泥沙搬移始于沟头。通过历次实地考察, 可明显看出沟头侵蚀的主要型式为溯源和重力侵蚀, 从而导致沟壑面积不断扩大, 沟间坡地不断缩小。沟头的溯源侵蚀是由向沟头汇集的坡面径流顺沟头陡坡急速下切而引起的。为了有效预防和控制因径流汇集冲掏而引起沟头前进、沟岸扩张和沟底下切, 沟头防护主要应采用工程和林草两大措施。

3.1.1 沟头防护工程措施 其型式主要有沟埂式和沟埂涝池式 2 种。沟埂式多在沟头上部有完整的坡地时采用, 沟埂距沟边的距离一般以 1~3 倍的沟头谷深来确定, 并按等高线位置定线。具体施工时应采取上挖下垫, 挖沟筑埂, 层层夯实。一般埂高 1 m, 顶宽 0.5 m, 底宽 1 m, 以形成沟头防护埂。沟埂定线时应结合考虑地形条件, 尽可能使筑埂后埂内蓄水能以灌溉利用。

沟埂涝池式则是沟埂与涝池相结合的沟头防护工程措施。一般是在沟头上方修一土埂,拦截坡面径流下沟的去路,并在适当地点修筑涝池或连环涝池,将径流引入池中,用以抗旱或供牲畜饮用。

3.1.2 沟头防护林草措施 水土流失根治在于相对“就地”控制。沟头水土流失防护除工程措施有效控制外,在沟头上方较大范围塬面采取林草措施,增加水土就地滞蓄能力,从而达到固土防冲、就地拦蓄的效果。根据陕北黄土高原丘陵沟壑区立地条件,适宜选择水土保持先锋树种——沙棘。该树种具有耐旱、耐寒、耐土壤瘠薄的特性,其根系发达,萌蘖性强,成群落生长,在土层互结成网,具有良好的固结土壤作用。在沟头塬面缓坡地带依据沟头发育情况,呈扇形分布营造沙棘水土保持林,一般株行距控制 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$,树苗选1~2 a健壮实生苗,栽植采用沟头沿等高线修土埂式穴状均可。

通过上述两大措施的实施,沟头溯源、重力侵蚀产生的大量沙源将会得以有效控制。

3.2 支、毛沟防护工程

沟头以下,由于沟谷坡上的小切沟发育,汇集形成毛沟,而毛沟的汇集又形成支沟。按照支、毛沟水土流失特点通常采用的防护工程是修建谷坊。

谷坊工程是在支、毛沟内为防止沟底下切及泥沙灾害而修建的一种低坝,其高度一般不超过5 m,主要作用为固定沟床、防止沟底继续下切,拦蓄泥沙,抬高沟床,稳定坡脚,防止沟岸扩张。依据“就地取材、因地制宜”的原则,陕北黄土高原丘陵沟壑区宜建土谷坊。

在支、毛沟内规划布设谷坊主要是确定谷坊的间距,一般确定的原则是下一座谷坊的回淤面与上一座谷坊的底部齐平。谷坊设计的主要任务有两方面,一是谷坊的坝体断面,坝高控制1~5 m范围,顶宽1.5~2 m,迎水坡比1:1.2~1:1.8,背水坡比1:1~1:1.5;二是溢洪口断面尺寸,一般按照设计洪水洪峰流量计算确定。另外,近些年来,在晋陕蒙等地区沙棘生态工程建设中推出的“沙棘植物柔性坝”技术,实质上相当于“植物”谷坊,同样具有防冲促淤的功能,且具有施工简单、易实施、造价省、见效快等特点。依据其主要拦截粗沙,水沙分开,不断抬高沟道侵蚀基准面的作用,尤宜在支、毛沟中与土谷坊配合布设。一般原则是沙棘植物柔性坝布设在支、毛沟上游为好。总之,在谷坊建设中,要充分发挥谷坊的群体作用,注意分段拦蓄径流泥沙,逐级抬高沟道侵蚀基准面,以达到固定沟床的目的。

3.3 干沟防护工程

干沟是小流域形成的最末一级,其流域面积、沟道长度、径流及泥沙搬移量均较支、毛沟大,是黄土高原小流域治理中泥沙不出沟的最后一道防线,因此,控制好这一关是直接减少进入库坝泥沙的关键。其防护工程主要为淤地坝建设和坡面治理。

3.3.1 淤地坝建设

(1) 坝系布设基本原则。全面了解流域内的自然条件、社经概况、水土流失特点、水土保持现状,同时着重了解沟道情况,包括沟道比降、长度、有代表性的断面等。在此基础上,从支沟到主沟,从上游到下游,全面系统地布设中、小型淤地坝,同时在适当位置布设治沟骨干工程,从而形成拦、蓄、排相结合的完整的沟道坝群防护体系。具体布设原则:面积控制原则,即单坝区间控制面积基本均衡,骨干工程 $3 \sim 5\text{ km}^2$,中型淤地坝 $1 \sim 3\text{ km}^2$,小型淤地坝 $0.5 \sim 1.0\text{ km}^2$;单元控制原则,将坝系分成若干子坝系,对洪水泥沙协调调整;各级沟道节节控制的原则;明确功能原则,即中小型淤地坝以生产为主,骨干工程以拦泥、滞洪为主的原则。

(2) 坝系布设型式。根据以上原则,可在现状坝系结构的基础上确定坝系达到成熟期的骨干控制框架,对现状不合理的坝系结构进行调整和补充,在此基础上,合理安排发展中、小型淤地坝,形成坝系在各骨干工程分段控制既相互联系又相对独立的单元结构,把流域内的全部洪水、泥沙有计划地、均衡地拦蓄在各单元坝系内,达到分洪分拦的目的。

上拦下种、淤种结合。这种规划型式主要应用于集水面积在 1 km^2 左右的小支沟,坡面治理较好、洪水来源少的淤地坝建设。规划建设顺序采用由沟口到沟头,自下而上分期修坝,当下坝基本淤平种地时,再修上坝,在拦泥淤地过程中,可保护下坝安全生产。依此逐个向上游发展,形成坝系。

上坝生产,下坝拦淤;轮蓄轮种,蓄种结合。这种坝系规划主要适用于集水面积在 $3 \sim 10\text{ km}^2$ 以内的较大沟道。建坝顺序一般应该从上游向中游、下游依次修坝,它的坝高、库容等技术指标应该依次逐渐加大。具体实施过程中,在上游淤地坝基本淤满可以种植利用时,再修下坝,滞洪拦淤。依次淤成一座,再修一座,由沟头到沟口,逐步形成坝系;另外,也可以在中游和下游同时各修一座中型以上的淤地坝,并且在上中游适当位置选一坝址,作为治沟骨干工程,形成隔坝拦蓄,所蓄洪水可灌溉下游坝地并可保证坝地安全生产。

(下转第110页)

(2) 在盐碱化土地的治理和恢复中,要坚持因地制宜和可持续发展的原则。根据盐碱化的程度、特征,及当地的经济和社会状况,选择切实可行的措施。黑河灌区修复改良盐碱土的可行性措施大致可归纳为 4 个方面,即农业技术措施、水利工程措施、生物措施和化学措施。

(3) 在促进盐碱化土地的自然恢复和植物修复过程之中,还应该根据当地实际情况辅以相应的配套措施。在草原区仍要加强草原的管理和建设,根据草原盐碱化状况实施禁牧或轮牧育草、量草计牧等措施;在耕作区要加强防护林的建设,正确的排灌方式、秸秆覆盖、根茬培肥、增施有机肥等等都是可采用的辅助措施;加强依法保护生态环境的力度,建立有效的法律约束机制;积极向农民宣传有关知识以提高他们的环境意识,减少人为的破坏活动;加强科技成果的转化与应用,成立科技指导小组进行实地指导;坚

持“政府补贴、谁治理谁受益”的原则,在盐碱化土地的修复过程中充分利用聚盐植物的经济价值,调动广大农民的积极性,实现经济效益、社会效益和生态效益的统一。

[参 考 文 献]

- [1] 刘金荣. 河西走廊水土流失成因分析及水土资源可持续发展对策研究[J]. 河西学院学报, 2004, 20(5): 33—35.
- [2] 李秀军. 河西走廊西部土地盐碱化与农业可持续发展[J]. 地理科学, 2000, 20(1): 51—55.
- [3] 马少华. 浅析甘肃省疏勒河项目新开垦灌区盐碱土的改良措施[J]. 环境保护, 2001, 发展专辑(9): 62—64.
- [4] 田长彦, 周宏飞. 21 世纪新疆土壤盐渍化调控与农业持续发展研究建议[J]. 干旱区地理, 2000, 23(2): 177.
- [5] 刘金荣, 谢晓蓉. 重盐碱地的改造及建植草坪的研究[J]. 水土保持通报, 2004, 24(1): 19—21.
- [6] 郑慧莹, 李建东. 河西走廊盐生植物与盐碱化草地的恢复[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 59—72.

(上接第 87 页)

支沟滞洪、干沟生产, 坝库相间、清洪分治。这种坝系规划较适用于集水面积在 10~20 km² 的主沟。建坝顺序一般应在其上游和两岸支沟各坝建成之后, 再建中、下游淤地坝(一般为大型或骨干工程), 形成两岸支沟以滞洪为主, 干沟以生产为主, 干支沟各坝按区间集水面积分组调节, 控制洪水, 使之形成拦、蓄、淤、排和生产有机协调的工程体系, 以减轻洪水、泥沙负担, 降低工程造价; 另外, 在沟道出现泉眼集中的地方考虑修建小型水库时, 应因地制宜合理布设淤地坝工程, 充分利用清水和洪水资源。这种布设使洪水泥沙进入拦洪骨干工程或淤地坝淤地肥田, 而不进入水库, 以免水库淤积, 泉水蓄在水库, 既能灌溉, 又不使泉水淤埋在坝地内, 避免造成盐碱化。

3.3.2 坡面治理 在各级沟道进行水土流失的治理中, 不可忽视坡面的治理, 因为, 只有通过坡面的层层治理, 才能减轻沟道治理泥沙的负担, 从而达到有效控制泥沙的目的。

水土保持措施的优化配置, 也是人们在生产实践中不断探索和完善起来的。20 世纪 70 年代, 黄土高原不少地方, 水土保持措施在坡面上的立体配置, 形成一种“山上戴帽子(草灌), 山腰系带子(坡改梯), 山沟穿靴子(淤地坝)”的配置模式。依据陕北黄土高原的地貌自然形态, 以崩边线、沟脚线为分界线, 将流域坡面自上而下划分为梁崩坡、沟谷坡和沟道 3 段, 并分成梁崩顶、梁崩坡、崩边线、沟谷坡和沟谷底 5 节, 因地制宜分别配置不同的措施进行治理。梁崩顶地,

营造由刺槐、榆树、柠条、紫穗槐混交防护林带, 带宽 10 m。梁崩坡地, 选择小于 25° 的坡耕地集中连片实施坡改梯田, 作为基本农田或经济林。大于 25° 的坡耕地实施退耕还林草。崩边线(亦称地畔), 配置柠条等崩边生物保护带, 俗称沟边长“胡子”, 防止沟岸扩张。沟谷坡地, 坡度一般在 20°~45°, 最陡处 70° 以上, 选择完整的地段修成水平沟、水平阶、反坡梯田或鱼鳞坑等整地工程措施, 营造乔木或灌木。沟道, 如前所述, 以淤地坝建设为主。

这样, 以流域坡面自上而下, 层层治理, 将对泥沙的控制起到很好的效果。

4 结 语

陕北库坝群大量的泥沙淤积来自库坝上游两岸众多未经系统治理, 水土流失程度剧烈的小流域, 而这些小流域均是由塬、梁、崩面谷坡上的切沟汇集发展形成毛、支、干 3 级沟道, 这些沟道就是泥沙输入库坝的通道, 因此, 只有通过各级沟道及坡面的综合治理才是解决陕北库坝群泥沙淤积的根本途径。

[参 考 文 献]

- [1] 黄河水利委员会水土保持局. 黄河流域小流域坝系建设实践与探索[Z]. 2003.
- [2] 黄河上中游管理局. 黄河流域水土保持基本资料[Z]. 2001.
- [3] 陕西省水土保持局, 陕西省农业区划办公室. 陕西省县级水土保持简要区划汇编[Z]. 1986.