

## 青海湟水河流域水土流失原因及防治措施分析<sup>\*</sup>

赵串串<sup>1</sup>, 董旭<sup>2</sup>, 辛文荣<sup>2</sup>, 张凤臣<sup>3</sup>, 杨晓阳<sup>4</sup>

(1. 陕西科技大学 资源与环境学院, 西安 710021; 2. 青海省林业调查规划院, 西宁 810007; 3. 国家林业局 西北林业调查规划设计院, 西安 710048; 4. 西北大学 生命科学学院, 西安 710069)

**摘 要:** 湟水河流域水土流失面积 7 623.9 km<sup>2</sup>, 占流域总面积的 47.3%, 人为侵蚀在整个流域范围内均有发生, 近年来呈加剧趋势, 基于湟水河流域水土流失比较严重的现状, 分析了湟水河流域水土流失的原因, 并提出了防治湟水河流域水土流失的措施和对策。

**关键词:** 湟水河流域; 水土流失; 生态修复

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0200-03

## Analysis of Factors of Soil Erosion and Some Ways of Rehabilitation in Huangshui River of Qinghai Province

ZHAO Chuanchuan<sup>1</sup>, DONG Xu<sup>2</sup>, XIN Wenrong<sup>2</sup>, ZHANG Fengchen<sup>3</sup>, YANG Xiaoyang<sup>4</sup>

(1. College of Resource & Environment, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China; 2. Qinghai Provincial Forest Inventory and Planning Institute, Xi'ning 810007, China; 3. Northwest Institute of Forest Inventory, Planning and Design, SFA, Xi'an 710048, China; 4. College of Life Sciences, Northwest University, Xi'an 710069, China)

**Abstract:** Huangshui River Valley has the area of soil erosion 7 623.9 km<sup>2</sup> and accounts for 47.3% of the total area of basin. Based on the present situation of soil and water loss in Huangshui River of Qinghai Province, the multi-factors affecting soil and water loss in this region were analyzed. Finally many soil erosion control measures and countermeasures were pointed out in Huangshui River valley of Qinghai province.

**Key words:** Huangshui river basin; ecology rehabilitation; water loss and soil erosion

水土生态环境是人类生存的基本条件, 是经济社会发展的基础。水土流失是指土壤及其母质和地面组成物质在侵蚀外营力(水、风、冻融等)的作用下引起的土壤颗粒及水分的剥离、移动和沉积的过程, 意味着“跑水、跑土、跑肥、跑石、跑人”, 被称为“蠕动的灾难”, 是生态破坏的主要形式和表现结果, 已成为全球最大的环境问题<sup>[1]</sup>。湟水河流域水土流失面积大、分布广、强度高、输沙多、危害重, 严重制约着流域经济的可持续发展和人类生存环境的改善, 因此, 通过分析湟水河流域水土流失的原因, 采取有效措施加强防治, 是改善生态环境条件的一项艰巨而紧迫的任务。

### 1 湟水河流域概况

#### 1.1 自然概况

湟水河发源于青海省海晏县大坂山南麓, 是黄河上游最大的一级支流, 36°02′ - 37°28′ N、100°42′ - 103°01′ E, 流经海晏、湟源、湟中、西宁、大通、平安、互助、乐都、民和, 至甘肃省永靖县注入黄河, 在青海境内干流长 335.4 km, 海拔 1 600 ~ 4 800 m, 高原干旱、半干旱大陆性气候, 年均气温 2.8 ~

7.9℃, 降水量 360~540 mm, 蒸发量 1 100~1 800 mm, 无霜期 68~184 d, 风速 1.2~2.8 m/s, 土壤垂直地带分布, 地形复杂多样, 河谷平原(川水, 海拔 1 650~2 400 m)、黄土丘陵(浅山, 海拔 2 200~2 700 m)、石质高山(脑山, 海拔 2 700 m 以上)交错分布。

#### 1.2 土地利用概况

青海湟水河流域土地面积 161.2 万 hm<sup>2</sup>, 其中: 林地 86.2 万 hm<sup>2</sup>、农地 42.6 万 hm<sup>2</sup>、牧地 20.9 万 hm<sup>2</sup>、水域 0.5 万 hm<sup>2</sup>、未利用地 5.2 万 hm<sup>2</sup>, 其它用地 5.8 万 hm<sup>2</sup>。林地面积中有林地 7.0 万 hm<sup>2</sup>、疏林地 0.3 万 hm<sup>2</sup>、灌木林地 35.2 万 hm<sup>2</sup>、灌丛地 6.2 万 hm<sup>2</sup>、未成林地 16.4 万 hm<sup>2</sup>、苗圃 0.1 万 hm<sup>2</sup>、宜林地 21.0 万 hm<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。

### 2 湟水河流域水土流失现状

据水利部 2000 年全国第三次土壤侵蚀调查和黄委会 2001 年黄河流域水土保持遥感普查结果, 湟水河流域水土流失面积 7 623.9 km<sup>2</sup>, 占流域总面积的 47.3%, 其中沟蚀面积占 21%, 年均新增加流失面积近 50 km<sup>2</sup>。水土流失类

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2007-11-15

基金项目: 青海省林业局资助项目

作者简介: 赵串串(1976-), 女, 硕士, 讲师, 主要从事流域水环境模拟与生态环境保护研究。E-mail: sxkjdxzcc@126.com

型区有黄土丘陵沟壑区第四副区(简称丘四区, 高程小于 3 000 m, 侵蚀模数 5 000~10 000 t/(km<sup>2</sup>·a))、土石山区(高程大于 3 900 m, 模数 100~500 t/(km<sup>2</sup>·a))和高地草原区(高程 3 000~3 900 m, 模数 950 t/(km<sup>2</sup>·a)), 全流域土壤侵蚀模数平均为 603.23 t/(km<sup>2</sup>·a)。水土流失主要分布在浅山与脑山过渡地带和浅山地区, 其中强度水土流失区分布在中低浅山区侵蚀面积 3 112.28 km<sup>2</sup>, 占总侵蚀面积的 40.83% (强侵蚀 1 597.06 km<sup>2</sup>, 占 20.95%; 极强侵蚀 1 470.54 km<sup>2</sup>, 占 19.29%; 剧烈侵蚀 44.68 km<sup>2</sup>, 占 0.59%); 中度水土流失多分布在浅山中部地区(侵蚀面积 1 400.07 km<sup>2</sup>, 占 18.36%), 轻度水土流失多分布在浅山向脑山过渡地带(侵蚀面积 3 111.56 km<sup>2</sup>, 占 40.81%)。土壤侵蚀类型有水力、重力、风力、冻融、人为侵蚀, 以水力和重力侵蚀为主, 主要分布在湟水河中下游黄土丘陵区, 多发生在降雨集中的时段内, 水力侵蚀主要发生在坡面上, 重力侵蚀主要发生在沟道内, 阳坡凸坡侵蚀严重, 阴坡凹坡侵蚀相对较轻。水力侵蚀面积 7 431.93 km<sup>2</sup>, 占水土流失面积的 97.48%; 风力侵蚀主要分布在上游海晏县附近, 一年四季均有发生, 以春季为甚, 风蚀面积 106.08 km<sup>2</sup>, 占水土流失面积的 1.39%; 冻融侵蚀主要分布在上游和其它高海拔地带, 主要发生春夏冰雪消融期, 冻融侵蚀面积 85.9 km<sup>2</sup>, 占水土流失面积的 1.13%; 人为侵蚀在整个流域范围内均有发生, 近年来呈加剧趋势<sup>[3]</sup>。

### 3 湟水河流域水土流失原因分析

湟水河流域水土流失原因有自然因素和人为因素, 自然因素是水土流失的潜在因素, 主要有地质地貌、气候土壤、水文植被等; 人为因素是水土流失的主导因素, 主要是不合理的土地利用方式如毁林毁草、滥垦滥牧、陡坡耕作、开矿修路、弃土弃渣等<sup>[4]</sup>。

#### 3.1 自然因素

##### 3.1.1 地质地貌

湟水河流域位于青藏高原与黄土高原的交错地带, 燕山运动活跃, 大体上由达坂山—湟水河谷地—拉脊山组成, 南缘受控于拉脊山断裂, 北缘被达坂山断裂制约, 盆地基底由前震旦系组成, 其上有地台型三叠系分布, 地势西北高、东南低, 相对落差达 3 250 m, 地貌过渡性和复杂性明显, 类型有山地、丘陵、峡谷、盆地等, 以黄土低山丘陵沟壑地为主。水系呈树叶状分布, 干流南北两岸支沟发育, 山高坡陡, 沟壑密布, 支沟之间多为黄土或石质山梁, 地表大部分为疏松的黄土覆盖于第三纪红层之上, 多为现代侵蚀沟, 处于中年发展阶段, 沟底与山梁顶部高差在 300~400 m 以上, 大部分沟道已溯源延至山脊, 坡度大, 径流速度和冲量大, 坡面长集水量多、时间长, 加剧了重力侵蚀。如在中下游的互助县和平安县, 沟壑向长、深、宽三个方向发展, 沟壑密度大于 2 km/km<sup>2</sup> 的土地面积就占 79.1% 和 78.4%, 大量耕地被侵蚀沟切割, 表土层被冲蚀, 面蚀规模性发展, 耕地被迫弃耕撂荒, 水土流失严重。

##### 3.1.2 气候

降雨是水土流失的原动力, 湟水河流域受季风气候的影响, 大部分降水(70%~90%)集中在 6~9 月, 暴雨频繁, 雨

强较大, 崩塌、滑坡和泥石流频繁, 面蚀和沟蚀普遍。1965~2005 年流域气象资料表明年气温有增暖趋势(气温变化倾向率为 0.35℃/10 a), 年降水量呈减少趋势(减少率为 -2.84 mm/10 a), 使节理裂隙发育岩石易于出露风化, 寒冻热融条件下, 碎(块)石遍布, 植被稀疏, 为水土流失提供了丰富的物质来源。用周期分析方法对未来 20 a 湟水气候预测可知年平均气温以 0.1℃/10 a 的速率升高, 降水量以 0.65/10 a 的速率缓慢减少, 气候以较干旱为主, 发生干旱的周期在缩短, 受灾面积在增大<sup>[5]</sup>。

##### 3.1.3 土壤

湟水河流域土壤类型主要为淡栗钙土, 成土母质以黄土和冲积次生黄土为主, 腐殖质层积累和钙化是主要成土过程, 土壤强石灰反应, 部分阳山分布有少量灰钙土, 土壤发育较差, 有机质含量少(约 1%), 结构松散, 垂直节理发育, 夹带较粗颗粒, 结持力差, 抗蚀性差, 保水保肥能力低, 在地形陡峭、强度侵蚀地带常有黄土母质及红色母质出露。河谷地区以灌溉型栗钙土为主; 浅山地区多为红、黄、灰栗钙土, 干旱缺水, 淋溶作用减弱, 土壤贫瘠, 水土流失严重, 多为荒山秃岭; 脑山地区主要以暗栗钙土、黑钙土及山地草甸为主。

##### 3.1.4 植被

植被具有立体多点防侵蚀的特征, 地上部分对降雨的多次拦截, 可以减少或防止雨滴击溅地面, 减少地面径流量, 降低径流速度, 增加水源涵养; 枯枝落叶既可形成地面保护层, 又能增加土壤孔隙度; 地下部分通过其机械物理作用增强土壤抗剪切、抗拉强度, 通过生物化学作用改良土质, 增大抗冲、抗蚀性指数, 植被条件的好坏直接影响着土壤侵蚀的程度。湟水流域地处青藏高原边缘地带, 海拔高, 气候寒冷, 植被生长慢, 森林资源少, 森林覆盖率仅 26.2%, 而且分布不均、林种单一、中幼林多、郁闭度低、乔木林和混交林少, 整个自然生态系统极端脆弱、容易损坏和难以修复。上游湟中、中游西宁、下游民和森林覆盖率分别为 32.99%, 15.01%, 17.98%, 上游植被覆盖度大, 岩性颗粒较粗, 侵蚀模数、输沙模数小, 中游西宁市以下地表岩性为黄土, 坡度大, 植被稀疏, 土壤侵蚀强度逐渐增大, 水土流失严重, 侵蚀模数、输沙模数大, 为泥沙的主要来源区。1960~2000 年各典型代表站河流泥沙量实测资料可以反映河流水土流失的状况, 石崖庄(上游)、西宁(中游)、民和(下游)水文站多年平均含沙量分别为 1.66, 2.70, 7.97 kg/m<sup>3</sup>, 输沙模数为 167, 389, 1 072 t/km<sup>2</sup>, 输沙量为 51, 351, 1 644 万 t, 每年输入黄河中下游的泥沙近 10 亿 t, 河床每 10 年就抬高近 1 m, 容水蓄洪能力减少 20%~30%。

##### 3.1.5 水文

湟水河河宽一般在 50~200 m, 河网密度为 0.15 km/km<sup>2</sup>, 河道平均坡度 14.8‰~5.3‰、弯曲率 1.07~1.34, 多年平均地表水资源为 21.3 亿 m<sup>3</sup>。石崖庄水文站 1960 年、1980 年、2000 年实测径流量分别为 3.56, 3.18, 2.35 亿 m<sup>3</sup>, 民和水文站 1960 年、1980 年、2000 年实测径流量分别为 19.31, 18.21, 13.27 亿 m<sup>3</sup>, 流域径流量的减少与降水量的减少、水土流失严重以及国民经济耗水量的增加有关。近年来径流

量的锐减,曾多处出现断流现象,水系统平衡遭到破坏,地下水得不到充足的补给,水位逐年下降,产生地面沉降、裂缝等易引起水土流失等环境地质问题。随着工业化和城镇化的快速发展,工业废水及生活污水的排放量日趋增加,而沿岸城镇污水处理能力有限,加上化肥农药的残留影响,使得多数河段水污染严重,水质仅能达到Ⅳ类标准,加剧了水资源供给矛盾。

### 3.2 人为因素

湟水河流域面积只占全省的 2.3%,却负担着全省近 2/3 的人口,提供了全省近 1/2 的 GDP。近年来,随着经济发展和人口增长,生态压力增大,土地被强化利用,过度垦殖、超载放牧、破坏植被,造成土壤贫瘠、地力下降、耕地减少、草地退化,水源涵养能力降低,水土流失严重,生态环境恶化。据统计流域人口 1950 年、2005 年分别为 86.6、301.3 万人,50 多年来增长了近 250%;耕地面积 1950 年、2005 年分别为 35.3、42.6 万  $\text{hm}^2$ ,增长了 21%,土地垦殖率由 21.9% 升高到 26.4%,每 1  $\text{km}^2$  耕地承载力由 2.5 人上升到 7.1 人,而这是在流域水土流失面积和范围及程度连年不断增加的基础上实现的,无疑加剧了土地资源有限性和人口膨胀的矛盾,55 a 间人均耕地面积由 0.41  $\text{hm}^2$  下降到 0.14  $\text{hm}^2$ ,形成越垦越穷越流失、越流失越穷越垦的恶性循环,由于流域海拔高生态脆弱,被破坏的生态环境很难恢复和重建,这直接威胁国家的生态安全和人类的生存空间。加之过度放牧使得 2005 年流域草地退化面积约为 11.1 万  $\text{hm}^2$ ,占草地面积的 53.1%,况且每年还以 2.2% 的速度继续退化。因此,人为因素是湟水河流域水土流失的主要原因<sup>[67]</sup>。

## 4 湟水河流域水土流失防治措施

单一的生态建设工作只能使湟水流域生态环境表面和局部得到改善,并不能有效控制区域生态环境总体趋于恶化的态势,只有与生态修复工作一并开展,才能根本性地改变区域生态环境恶化的问题,重现区域生态功能与价值。生态修复能够充分发挥大自然的力量,依靠生态系统的自我修复能力(必要时辅以人工措施),促进植被的大面积恢复<sup>[8]</sup>。

基于以上湟水河流域水土流失原因分析,该流域生态修复应在划分“三区”(重点监督区、治理区、预防区)的基础上,坚持山、水、田、林、路统一规划,依靠生物措施(主要)、工程措施和农耕措施相结合来实现<sup>[9]</sup>。生态修复途径以小流域治理为单元,从保护和恢复生物多样性入手,以生物措施为主,重点是森林、草地、灌丛等自然群落的自然恢复,并辅以农业群落、混农林业群落等人工植物群落的建设,借助必要的工程措施改变立地条件,发展生态经济复合型农业体系。

在丘四区,依托退耕还林还草工程,推广 ABT(生根粉)和 GGR(绿色植物生长调节剂)技术,突破造林时空限制,多采用乡土树种,积极营造各种防护林体系以及水土保持林、水源涵养林建设,合理配置乔灌木和网带片,宜林则林、宜灌则灌、宜草则草;加强公益林的管护、封育、抚育和低效改造,拓宽公益林补偿范围和面积;多渠道增加退耕还林后续产业的资金和政策扶持,适当发展林下经济,尤其中藏药材种植、

高原花卉繁育等农林牧草复合经营,扩大退耕还林中经济林的比例,尤其名特优新经济林比例,把兴林与富民结合起来;调整农业产业结构,改造梯田,等高沟垄,间套混复种,蓄水聚肥耕作;加强沟道建设和管理,兴建骨干坝、谷坊防护工程和集雨节灌工程(提灌和自灌为主),实行灌溉和旱作相结合。在高原草原区,实施围栏封育、禁牧减畜、舍饲圈养、草场改良、防虫灭鼠除杂和人工草地建设,加强草场管理和预防监督工作。在土石山区,依靠天保工程,建立封禁制度,健全防火防虫监测体系。同时配套实施农村能源建设工程,包括太阳能利用、以煤(电、气)代薪和沼气池建设,解决群众的“三料”(肥料、饲料、燃料)问题,作为生物措施的辅助实施生态移民和人工增雨工程,把经济发展和环境改善结合起来,走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。

最后,基于源/汇理论,借助 3S 技术,建立湟水化的 RUSLE 水土流失预报模型,健全水土流失监测网络和评价体系<sup>[10-11]</sup>。

## 5 结论

水土保持是一项多目标、多层次、多因素的复杂系统工程,有很强的公益性,需要全社会的参与和支持,同时也是一个渐进的过程,不可能一蹴而就,湟水地区的生态修复应本着先局部后区域、先重点后全局的思路,保护与重建相结合、环境改善与经济发展相结合、短期与长期相结合,逐步推动地区环境、社会、经济复合系统向健康持续的方向发展。

### 参考文献:

- [1] 傅涛,倪九派,魏朝富,等.坡耕地土壤侵蚀研究进展[J].水土保持学报,2001,15(3):123-128.
- [2] 青海省林业局.青海省森林资源二类调查报告[R].2005.
- [3] 青海省林业局.青海省湟水河流域生态建设总体规划[Z].2005.
- [4] 高振纪,郭伦,马修军.黄土高原水土流失监测指标体系研究[J].水土保持研究,2005,12(4):53-55.
- [5] 时兴合.海西东部及环青海湖地区 40 多年的气候变化研究[J].干旱地区农业研究,2005,23(2):215-222.
- [6] 毛蓉,孟广涛,周跃.云南省金沙江流域水土流失防治对策研究[J].水土保持研究,2006,13(1):184-185.
- [7] 青海省统计局.2005 青海统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2006.
- [8] 胡晓静,吴斌.水土保持的可持续发展:生态建设到生态修复的转向[J].水土保持研究,2006,13(1):168-172.
- [9] 焦居仁.生态修复的要点与思考[J].中国水土保持,2003(2):F2.
- [10] 陈水宝,黄传伟,陈志伟,等.USLE 在找国的应用和发展[J].中国水土保持,2003(10):1F-13.
- [11] 傅伯杰,陈利顶.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J].地理学报,2000,54(3):24F-246.