

# 坡面退耕还林还草和沟道淤地坝建设同步性的思考<sup>\*</sup>

杜亚娟<sup>1</sup>, 肖培青<sup>2,3</sup>, 杨春霞<sup>2</sup>

(1. 黄水利委员会水土保持局, 郑州 450003; 2. 黄河水利科学研究院 水利部 黄河泥沙重点实验室, 郑州 450003;  
3. 中国科学院 水利部 水土保持研究所 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨陵 712100)

**摘 要:** 坡面与沟谷的水土流失是相互促进和相互制约的关系, 坡面退耕还林还草和沟谷淤地坝治理措施的正确选择与配置对黄河下游防洪减灾和保障区域经济社会的可持续发展具有重要作用。但是从总体上看, 退耕还林还草和淤地坝系建设无论是在基础理论还是关键技术研究方面仍相对薄弱。基于此, 在对坡沟水土保持治理措施已有建设成果分析的基础上, 对退耕还林还草的适宜性、淤地坝高效持续利用、坡面退耕还林还草与淤地坝建设的关系、退耕还林还草与淤地坝工程的配置研究和坡面沟道耦合的侵蚀产沙关系等需要进一步研究的科学技术问题进行了探讨。

**关键词:** 退耕还林还草; 淤地坝; 水土流失; 科学技术问题

中图分类号: S157. 31; X171. 4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)01-0248-04

## Issue Consideration on Returning Farmland to Forest and Grassland and Constructing Silt Warping-Dam

DU Ya-juan<sup>1</sup>, XIAO Pei-qing<sup>2,3</sup>, YANG Chun-xia<sup>2</sup>

(1. Soil and Water Conservation Department of Yellow River Conservancy Commission, Zhengzhou 450003, China; 2. Institute of Yellow River Hydraulic Research, Key Laboratory of Yellow River Sediment Research of Ministry of Water Resources, Zhengzhou 450003, China; 3. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation CAS & MWR, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Soil loss on slope is closely related with soil loss in gully. Correct projects layouts of returning farmland to forest and grassland on slope and constructing silt warping-dam will be important for preventing flood and ensure the regional sustainable development in the lower reaches of the Yellow River. At present, study on theory and technology of returning farmland to forest and grassland and constructing silt warping-dam are still weaker. Based on those, construction results of soil and water conservation control measures on slope and gully was analyzed. Further researches on scientific and technologic issues about good conditions for returning farmland to forest and grassland, high utilizations of warping-dam, relation of returning farmland to forest and grassland and constructing silt warping-dam, layouts of returning and coupling relation in hillslope-gully slope were discussed.

**Key words:** returning farmland to forest and grassland; silt warping-dam; soil loss; scientific and technologic issues

坡面-沟道系统是小流域侵蚀产沙的主要源地, 对其侵蚀现象与规律的探究, 可以为坡沟水土保持措施优化配置提供科学依据, 对于恢复和重建生态环境也具有重要意义。自 20 世纪 50 年代, 黄土高原小流域是以治坡为主, 还是以治沟为主一直是

水土流失治理争论的焦点<sup>[1]</sup>。一个时期, 当强调以治坡为主时, 坡面水土保持林草措施受到重视; 而另一时期, 当强调治沟为主, 沟谷的坝库工程便受到重视。这两方面在黄土高原水土流失治理中均有成功的范例, 更有失败的教训。例如, 三门峡水库建设设

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-08-16

基金项目: 黄河水利科学研究院科技发展基金(黄科发 200806); 水利部黄河泥沙重点实验室基金(200905); 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室(10501-209)

作者简介: 杜亚娟(1966-), 女, 河南灵宝人, 硕士, 高级工程师, 主要从事水土保持管理工作。E-mail: dyjuan99@sina.com

计中, 由于过高估计坡面水保措施的进度及蓄水保土效益, 使泥沙在较短时间内的大量淤积, 导致三门峡水库的改建。再如, 韭园沟小流域水土流失治理过程中, 强调沟道坝库工程的蓄水拦泥作用, 而忽视坡面水保措施的建设, 造成 20 世纪 70 年代沟道大坝被洪水冲毁的严重事件, 从而使人们对坝库工程蓄水拦沙的功效产生质疑, 认为坝库工程拦泥作用表现为“零存整取”<sup>[2]</sup>。治黄的目的是既要减少黄河泥沙、减轻下游危机, 又要促进该地区农业以及国民经济建设持续发展。黄土高原地区多年的水土流失治理实践证明, 只有坡面水保措施实施与沟道淤地坝建设同步发展才是解决黄河危害、促进当地农业持续发展的根本保证<sup>[3]</sup>。

坡沟关系的争议常由治理方针的选择而发端, 但其实质反映了水土流失规律研究的薄弱, 坡沟治理问题的解决依赖于对坡沟侵蚀过程及机理的深入研究。黄土高原坡沟系统既是流域侵蚀产沙的主要源地, 又是控制水土流失, 恢复与重建生态环境的基本治理单元, 其空间尺度介于坡面和流域之间, 并通过坡面和沟道的水沙传递将坡面和流域联系起来, 成为连接坡面和流域的纽带。以往的研究揭示了坡沟空间侵蚀形态的垂直分局, 给出了坡面和沟道泥沙量分布的统计结果, 也提出了坡沟兼治的基本思想。现有结果已经表明坡面来水来沙对沟道和整个坡面的加剧作用, 但揭示这种现象的本质成因的研究内容还相对较少。坡沟关系治理存在异议的根本原因并不在于人们不能接收坡沟兼治的思想, 而在于问题的复杂和研究手段的限制, 使坡沟系统水土流失过程的本质规律还没有得到充分揭示, 从而影响了坡沟治理方针即措施配置的最终决策。因而, 加强坡沟同步治理中的一些深层次的科学问题需要具有重要的现实意义。例如, 如何实现坡面林草措施的适宜性配置, 如何做到沟道淤地坝建设的可持续利用, 在此基础上, 如何处理坡面水保措施实施与淤地坝建设进度的关系, 如何进行退耕还林还草和淤地坝布局合理配置, 以及坡面沟道耦合侵蚀机制的探讨和坡沟比尺模型建设的关键技术等, 这都是需要深化研究的坡沟治理可持续利用的发展问题。

## 1 坡沟主要治理措施现状分析

### 1.1 坡面退耕还林还草的建设现状

据中国科学院黄土高原综合科学考察队耕地坡度分级数据计算, 全区耕地中平地(地面坡度 $< 3^\circ$ 的耕地)和平坡地(地面坡度为 $3^\circ \sim 7^\circ$ 的耕地)占全区耕地总面积的 50.76%, 主要分布在黄土台塬区, 占

近 88.34%; 缓坡地(地面坡度为 $7^\circ \sim 15^\circ$ 的耕地)占全区 21.42%, 斜坡地(地面坡度为 $15^\circ \sim 25^\circ$ 的耕地)占全区 20.06%, 陡坡地(地面坡度超过 $25^\circ$ 的耕地)占全区 7.76%, 这些耕地主要分布在黄土丘陵区, 分别占全区 62.76%、67.41% 和 74.61%, 农作物产量常随坡度增加而下降, 由于坡地比重大, 因而水土流失严重, 生态环境恶化<sup>[4]</sup>。因此, 改善农业生态环境, 提高作物产量, 建设秀美山川, 退耕还林(草)是良化农业生存环境的关键。自 50 年代以来, 黄土高原的林草植被在不断遭破坏的同时, 自上而下曾多次组织大规模的植树造林和种草, 但林草保存率低, 收效甚微。造成现象的原因主要有三方面: 一是黄土高原地区是典型的水资源贫乏区, 区域内侵蚀模数大于 $1\,000\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的水土流失面积达 $45.4\text{ 万 km}^2$ , 干旱和水土流失是制约林草生长的主要因素。在气候异常干旱、水土流失十分严重的生态条件下, 是难以实现退耕还林还草目标的, 如果不考虑和解决水的问题, 即使退下来了, 种上去了, 也难以成活, 或成活而不能正常生长, 起不到改善生态环境的目的; 二是当地农民粮食问题没有解决, 退耕还林草与粮食作物有争地矛盾, 使得退耕还林草工作举步维艰, 成效甚微。由于人均耕地面积很小, 农作物产量低而不稳定, 加之耕作粗放, 增产潜力有限。另外, 坡耕地面积大, 分布广, 几乎所有的山区都有坡耕地, 退耕还林势必牵涉到广大农民的切身利益, 特别是涉及到农民的温饱问题, 如果这些问题得不到解决, 退耕还林还草不但阻力大, 而且也难以进行; 三是缺乏资金投入和科技指导, 或只种不管护, 导致林草生长趋于衰败。由于资金的限制, 实际造林草费用与造林草补助的差额很大, 造林整地、苗木质量、抚育管理等技术达不到要求, 造林直接经济效益低, 挫伤群众退耕还林的积极性。另外, 我们目前还不能很好地运用先进的科学技术发展高效农业, 以最少的耕地, 生产出更多的粮食, 满足山区的群众需要, 让出更多的坡耕地种树种草, 进行生态林建设。目前的科学技术还滞后于退耕还林工程的需要。

### 1.2 沟道淤地坝建设现有成果

黄河中游多沙粗沙区地形破碎、坡陡沟深、土质疏松、植被稀少、暴雨集中, 洪水造成沟床下切、沟头延伸, 沟谷侵蚀产沙量占流域总产沙量的 50%~70%。淤地坝是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。黄土高原地区沟壑众多, 全区大于 $0.5\text{ km}$ 的大小沟道约 30 万条, 具有筑坝淤地的天然条件和优势。布局合理的小流域坝系对暴雨洪水有较强的抵

御能力。例如,王茂沟流域从 1953—1986 年,淤地坝拦沙总量为 1 665 万 t,年均拦沙 5.05 万 t。流域输沙模数由治理前的  $18\ 000\ \text{t}/\text{km}^2$  降低到治理后期的  $504\ \text{t}/\text{km}^2$ ,减少了 97%,基本上实现了对泥沙的完全控制。1970—1989 年,无定河流域淤地坝平均每年拦沙 4 716 万 t,淤地坝拦沙量占水土保持措施总拦沙量的 64%<sup>[5]</sup>。据调查统计,黄土高原区 11 万多座淤地坝,淤成坝地 30 多万公顷,可拦蓄泥沙 210 亿  $\text{m}^3$ ,对黄河的安澜起到了重要作用<sup>[6]</sup>。目前淤地坝建设成果在坝系规划布设、工程建设、拦沙减蚀效益以及小流域坝系相对稳定研究等方面作了大量的工作。淤地坝建设从单纯拦泥淤地向流域坝系综合高效利用,从单坝控制向坝系综合控制方向发展。但是,淤地坝建设与利用过程中仍存在种种问题,主要表现险坝多,设计标准偏低,易造成坝体破坏或垮坝;尤其是坝体管理水平差,维护粗放,坝地利用率及经济效益偏低;因而,淤地坝坝系高效持续利用是当前亟待进一步探讨和深化研究的问题。

## 2 进一步深化研究的内容

坡沟兼治及其同步发展是一项复杂的系统工程。一要通过建设高质高产的粮食和饲料基地,满足农民生存与发展的基本需求,调整土地利用结构,保证坡耕地能“退”得下来,巩固得住。二要针对黄土高原地区侵蚀环境特点,在千沟万壑中修建坝系工程,拦泥淤地造田,发展高产稳产的粮食和饲料基地,满足农民生产、生活和持续发展的需要,使得退耕还林还草有一个长期稳定的社会和物质基础,在腾出的坡耕地上造林种草,即“以建促退”。因此,在以往研究坝系建设和实施退耕还林还草的工作基础上需要进一步深化下列研究内容:

### 2.1 退耕还林还草的适宜性研究

据林业部调查,黄土高原地区植树造林多年保存率仅为 15% 左右。目前在水土保持综合治理中,存在的主要问题是林草措施的实际效果不佳,生态效益、经济效益与人们的期望相差甚远,挫伤了群众植树造林的积极性。黄土高原植树造林的限制因子是水分条件,当前迫切需要根据雨水资源环境容量分析,划分出适宜植树造林的范围,并确定具体树种。在选择树种时,单纯考虑林草成活率和保存率是远远不够的,主要应考虑林草能否正常生长,将来真正能发挥防护作用,确保退耕还林还草目标的实现。

研究内容如下:根据植被地带性分布规律和水资源的承载力,林草的合理选育;不同植被类型和乔、

灌、草的合理布局与科学配置;生态修复的自我承载能力在退耕还林还草工程中的示范性推广研究;在退耕还林还草工程中,生态效益与经济效益统一兼顾的关系问题。

### 2.2 淤地坝高效持续利用研究

淤地坝建成后的运行管理是一项非常重要的工作,直接关系到淤地坝工程效益的发挥。因此,必须探讨适应新形势的淤地坝运行管理模式。在对现行的租赁、拍卖、独户或联合承包及 30~50 a 经营权等相关管理模式不断完善的基础上,积极探讨“以坝养坝”的运行模式。总之,淤地坝运行管理应做到保证坝系的安全运行,实现可持续利用。

研究内容如下:提出坝系长期的减沙和农业利用的途径,包括坝地盐碱化防治,坝地高效节水农业技术,坝地防洪设施与安全运行模式等;根据淤地坝监测数据,预测流域的来洪量及各坝的淤积库容变化情况,及时调整坝库功能,提出坝系蓄水优化分配的方案。

### 2.3 坡面退耕还林还草与淤地坝建设的关系

淤地坝是水土保持措施重要之一,具有拦泥、增产、固定沟床以及减轻重力侵蚀的明显效益。但是,只有把淤地坝和植被措施共同纳入水土保持措施体系,才能充分发挥巨大的拦沙和改善区域环境的作用。

研究内容如下:坡面退耕还林还草实施对与淤地坝工程泥沙淤积的影响;坡面退耕还林还草措施与淤地坝工程减沙效益综合分析;坡面退耕还林还草项目结束后,坡面水土保持措施动态变化对淤地坝持续发展的影响等。

### 2.4 退耕还林还草与淤地坝工程的配置研究

淤地坝工程与退耕还林还草的关键是确定合理的建设时序,对此应引起足够的重视。但截至目前,淤地坝工程与退耕还林还草孰前孰后,孰轻孰重的配置机制尚未形成完善的理论体系。因此,应加强不同类型区的水土保持措施合理配置体系理论的研究,探讨坡面沟道治理达到最大水土保持效益临界值的时空特征,提出合理的坡沟治理决策机制。

研究内容如下:以保障农民的基本农田为前提,分析黄土地貌坡面和沟道的发育规律,研究林草措施和坝系的建设时序,确定小流域林草措施建设密度和坝系的工程规模;在此基础上,利用多目标优化的分析和决策方法,以水土保持措施综合水土保持效益最优为目标,应用优化理论和系统控制论探索典型流域减沙作用最大的坡沟水土保持措施最佳配置模式,建立林草措施面积和淤地坝规模组合的优化理论,提出实用的治理决策。

## 2.5 坡面沟道耦合的侵蚀产沙关系

关于坡面和沟道作为独立地貌单元的研究较多, 而从坡沟系统观点出发对坡面、沟道侵蚀产沙过程之间的耦合机制研究较少; 随着小流域治理的生产实践需要, 未来的工作需进一步运用先进的坡沟系统观测设备和量测技术, 探讨坡面与沟道系统水沙传递过程的定量表达, 此研究以期水土流失治理提供理论支持。

研究内容如下: 采用模拟降雨试验、GIS、摄影测量和稀土元素示踪技术等研究坡沟水沙传递过程的响应关系; 表征不同土地利用方式、不同降雨时期坡沟形态产沙动态变化过程; 探讨坡面来水来沙作用下的沟道侵蚀泥沙输移过程定量表达; 同时, 进行沟道不同发育期坡面侵蚀产沙过程定量刻画。

## 3 结 论

坡面退耕还林还草和沟道淤地坝建设是黄土高原的特有问题, 其核心是坡面沟道内在的水土流失规律, 它是合理方针拟定与措施优化配置的理论依据。随着坡沟系统水土流失规律研究的逐渐深入, 以及小流域治理的经验积累, 越来越多的人开始接

受坡沟兼治的思想。但是, 迄今为止, 坡面沟道水土保持治理的孰先孰后的矛盾仍然存在, 故此, 关于坡沟治理同步发展的一些理论基础问题需要探讨和深化研究。只有解决了坡沟同步性治理中的一系列关键理论问题, 并由此指导广大群众的实践活动, 才能真正实现减少入黄泥沙和生态环境的良性循环的终极目标。

参考文献:

[1] 雷阿林, 唐克丽. 坡沟系统上壤侵蚀研究回顾与展望[J]. 水土保持通报, 1997, 17(3): 37-43.

[2] 郑粉莉, 肖培青. 黄土高原淤地坝建设中几个问题的思考[J]. 水土保持研究, 2003, 10(5): 42-43, 114.

[3] 周佩华, 吴普特. 治黄之本在于水土保持[J]. 中国水土保持, 1994(2): 49-52.

[4] 彭珂珊. 黄土高原水土流失区退耕还林(草)的基本思路[J]. 水利水电科技进展, 2000, 20(3): 9-14.

[5] 肖培青, 姚文艺, 史学建. 淤地坝建设回顾及其物理比尺模型研究展望[C]//“模型黄土高原”建设方略纵论. 郑州: 黄河水利出版社, 2005: 116-121.

[6] 水利部水土保持司. 黄土高原淤地坝专题调研报告[R]. 2002.

(上接第 177 页)

参考文献:

[1] 杨万勤, 宫阿都, 何毓蓉, 等. 金沙江干热河谷生态环境退化成因与治理途径探讨: 以元谋段为例[J]. 世界科技研究与发展, 2001(4): 9-25.

[2] Cui Peng, Wei Fangqiang, Li Yong. Sediment transported by debris flow to the lower Jinsha river[J]. International Journal of Sediment Research, 1999, 14(4): 67-71.

[3] 拜得珍, 潘志贤, 纪中华, 等. 浅议金沙江干热河谷生态环境问题及治理措施[J]. 国土与自然资源研究, 2006(4): 50-51.

[4] 张建平, 杨忠, 张信宝, 等. 元谋干热河谷旱地地下膜隔墙试验初报[J]. 水土保持通报, 2000, 20(2): 39-40.

[5] 张有富. 云南蒋家沟泥石流区干热退化山地引种拟金茅的技术与效果[J]. 山地学报, 2000, 18(6): 563-567.

[6] 何毓蓉, 黄成敏, 杨忠, 等. 云南省元谋干热河谷的土壤退化及旱地农业研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 3(1): 56-60.

[7] 杨忠, 庄泽, 秦定鼓, 等. 元谋干热河谷水保林营造技术研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(1): 38-42.

[8] 张信宝, 杨忠, 张建平. 元谋干热河谷坡地岩土类型与植被恢复分区[J]. 林业科学, 2003, 39(4): 16-22.

[9] 张信宝, 安芷生, 陈玉德. 半干旱区植被恢复与岩土性质[J]. 地理学报, 1998, 53(增刊): 134-140.

[10] 杨忠, 张建辉, 徐建忠, 等. 元谋干热河谷不同岩土组成坡地按树人工林生长特征初步研究[J]. 水土保持

学报, 2000, 14(5): 1-7.

[11] 郭玉红, 郎南军, 郑科, 等. 云南元谋干热河谷区加勒比松人工林枯落物层的水土保持功能研究[J]. 西部林业科学, 2007, 36(3): 42-46.

[12] 王道杰, 崔鹏, 朱波, 等. 金沙江干热河谷植被恢复技术及生态效应[J]. 水土保持学报, 2004, 18(5): 95-98.

[13] 杨忠, 张信宝, 王道杰, 等. 金沙江干热河谷植被恢复技术[J]. 山地学报, 1999, 17(2): 152-156.

[14] 张信宝, 陈玉德. 云南元谋干热河谷区不同岩土类型荒山植被恢复研究[J]. 应用与环境生物学报, 1997, 3(1): 13-18.

[15] 纪中华, 杨艳鲜, 拜得珍, 等. 木豆在干热河谷退化山地的生态适应性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 158-162.

[16] 郭玉红, 郎南军, 和丽萍, 等. 元谋干热河谷 8 种植被类型的林地土壤特性研究[J]. 西部林业科学, 2007, 36(3): 56-64.

[17] 李昆, 曾觉民. 元谋干热河谷地区不同造林树种对土壤的改良作用研究[J]. 西南林学院学报, 1999, 19(3): 161-164.

[18] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 13-169.

[19] 朱祖祥. 土壤学[M]. 北京: 农业出版社, 1982.

[20] Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security[J]. Science, 2004, 304: 1623-1627.