

# 甘肃省水土保持措施的综合效益分析

华荣祥, 张富, 田青, 王有科, 赵锦梅, 马维伟

(甘肃农业大学 林学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 基于甘肃省水土保持统计年报等统计资料 and 多项科研成果, 确定了甘肃省水土保持各项防治措施的有效面积、蓄水保土指标和措施产投系数, 分析了各项措施的蓄水保土效益、经济效益、社会效益和生态效益。研究表明, 建国 60 a 来, 特别是改革开放 30 a 来, 甘肃省水土保持工作在面上治理的基础上, 组织实施的多项国家重点水土保持综合治理工程, 取得了显著成效, 为甘肃省农村社会经济的可持续发展和资源合理配置提供了基础平台; 近 30 a 来甘肃省各项水土保持措施的蓄水、保土和经济效益累计分别达到  $1.10 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 、 $5.90 \times 10^9 \text{ t}$  和 288 亿元。最后针对甘肃省当前水土保持工作中存在的主要问题提出了对策与建议。

**关键词:** 水土保持措施; 有效面积; 综合效益

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)02-0211-04

中图分类号: S157.2

## Comprehensive Benefits of Soil and Water Conservation Measures in Gansu Province

HUA Rong-xiang, ZHANG Fu, TIAN Qing, WANG You-ke, ZHAO Jin-mei, MA Wei-wei

(College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

**Abstract:** Based on the year books of soil and water conservations in Gansu Province and the findings of many research projects, the study quantified the effective areas, the runoff reduction coefficients, the sediment reduction coefficients and the production—devotion coefficients of the soil and water conservation measures. Meanwhile, we calculated the economic, social and ecological benefits of these measures. The results show that, in the last 60 years, especially the last 30 years since the economic reform and opening-up, the soil and water conservation comprehensive projects carried out in Gansu Province made remarkable contributions in providing basic platforms for the rural socio-economic sustainability and reasonable allocations of natural resources. The results also show that the accumulative benefits in terms of runoff reduction, sediment reduction and economic value reached  $1.10 \times 10^{10} \text{ m}^3$ ,  $5.90 \times 10^9 \text{ t}$ , 28.8 billion yuan, respectively, in the last 30 years. At last, the paper provided associated suggestions according to the major problems found in the previous work.

**Keywords:** soil and water conservation measures; effective area; integrative benefits

甘肃省地处黄河上游, 位于黄土高原、内蒙古高原与青藏高原的交汇地区, 土壤多为黄土和沙土等, 该区气候干燥, 植被稀少, 雨季集中, 导致水土流失非常严重。近代由于人口膨胀, 粮食与能源紧缺, 致使毁林开荒与滥伐滥牧等活动频繁发生, 进而使甘肃省成为西部水土流失最为严重的省份之一。近 30 a 来, 甘肃省采用多种水土保持措施相结合的方式, 实施了多项国家重点水土保持综合治理工程。本研究通过甘肃省水土保持措施的数量、质量与综合效益的系统分析与研究, 分析其在农村社会、经济、生态可持续发展中的作用, 以期今后政府部门制定水土保持发展方面的决策, 提供科学依据。

### 1 计算参数的确定

本研究按照《水土保持综合治理效益计算方法 (GB/T15774—2008)》对水土保持的基础效益、经济效益、社会效益、生态效益进行计算分析。按照上述标准规定, 依据各项试验研究成果, 以流域为单元确定了相应的计算参数。

#### 1.1 蓄水保土指标的确定

首先, 根据黄河水利委员会天水、西峰水土保持试验站, 定西市、平凉市水土保持研究所及甘肃省水土保持研究所等单位的观测资料和黄河水沙基金项目的研究成果<sup>[1-4]</sup>, 确定了退耕种草、荒坡种草、人工

收稿日期: 2011-01-12

修回日期: 2011-04-14

作者简介: 华荣祥(1987—) 男(汉族) 陕西省安康市人 硕士研究生 主要从事水土保持效益方面研究。E-mail: damoxiangzi@st.gsau.edu.cn。  
通信作者: 张富(1961—) 男(汉族) 甘肃省定西市人 研究员 主要从事水土保持措施对位配置方面的研究。E-mail: fuzhang001@163.com。

造林、水平梯田等坡面措施的减水减沙效益<sup>[5-6]</sup>(表 1),确定了封禁治理保土指标为  $8.5 \text{ t}/\text{hm}^2$ ,蓄水指标为  $275 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ;其次,参考刘万铨《建国 40 a 黄河流域水土保持经济效益分析》中选用的相关指标,确定了小型蓄水保土工程的蓄水保土指标(表 2)。

表 1 坡面措施的减水减沙效益

坡面措施	径流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2})$			冲刷量/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$		
	治理区	对照区	效益	治理区	对照区	效益
退耕种草	174	220	17.8%	22	56	55.3%
荒坡种草	132	274	56.5%	15	39	56.8%
人工造林	95	130	34.3%	12	24	49.8%
水平梯田	42	270	81.0%	5	86	92.6%

表 2 小型蓄水保土工程蓄水保土指标

项目	引洪漫地	塘坝	涝池	谷坊
蓄水指标	—	—	$200 \text{ m}^3/\text{个}$	—
保土指标	$405 \text{ t}/\text{hm}^2$	$10\ 500 \text{ t}/\text{座}$	$6 \text{ t}/\text{个}$	$160 \text{ t}/\text{道}$

表 4 甘肃省水土保持各项措施有效面积

 $10^4 \text{ hm}^2$ 

年份	梯田	沟坝地	条田	水保林	荒坡种草	退耕种草	封山育林	封山育草	引洪漫地
1979	40.06	0.26	30.29	22.62	2.43	0	9.09	7.75	2.39
1989	59.50	1.72	27.93	72.39	18.49	6.84	23.28	13.32	2.50
1999	102.34	2.56	28.48	125.53	25.02	8.34	33.98	17.65	3.23
2009	176.56	3.75	35.92	237.37	31.77	13.85	53.80	25.87	3.18

### 1.3 措施产投系数的确定

根据《关川河流域水土保持综合治理工程经济效益监测与评价》等<sup>[5]</sup>相关研究成果,确定各项措施单位面积的投资、运行费和经济效益值,参考价格先以 1995 年现价为准,确定各项产品的单价,计算出相应总价,再将总价换算成 1990 年不变价,换算比为 0.499 9。1995 年现价为:劳工 6.5 元/个,木材  $450 \text{ 元}/\text{m}^3$ ,粮食价格 1.1 元/kg,果品 1.6 元/kg;薪柴 0.3 元/kg,干草 0.6 元/kg。按照 1990 不变价,坡耕地的运行费为  $666 \text{ 元}/\text{hm}^2$ ,坡耕地产出效益为  $1\ 012 \text{ 元}/\text{hm}^2$ ,荒坡产草量为  $840 \text{ kg}/\text{hm}^2$ ,产出效益为  $252 \text{ 元}/\text{hm}^2$ 。各项措施年运行费和经济效益的计算采用“对比增量法”,即有水保措施与无水保措施相比,各年增加或减少的运行费和经济效益,其中三田(梯田、沟坝地、条田)和退耕种草两项措施与坡耕地相对比,其它措施与荒坡相对比。

## 2 效益分析

### 2.1 基础效益

根据甘肃省水土保持各项措施的有效面积和蓄水保土指标,计算得出措施的蓄水保土量(表 5)。该

### 1.2 措施实施有效面积的确定

以黄河水利委员会黄河水沙基金项目<sup>[1-4]</sup>及甘肃省有关水土保持措施保存率、效益等的数据库<sup>[5]</sup>为依据,确定了不同时段主要水土保持措施的保存率(表 3),再结合甘肃省水土保持年报,获得了研究区水土保持各项措施的有效面积(表 4)。

表 3 甘肃省水土保持主要措施的保存率 %

流域	年代	梯田	林地	草地
黄河	1970—1979	71.7	61.8	22.4
	1980—1989	70.0	59.7	38.6
	1990—1999	68.7	61.7	40.3
	2000—2009	90.0	85.0	50.0
长江	1970—1979	71.7	61.8	22.4
	1980—1989	70.0	59.7	38.6
	1990—1999	68.7	61.7	40.3
	2000—2009	70.0	60.0	40.0

省 1979—2009 年各项水保措施的蓄水量累计达  $1.10 \times 10^{10} \text{ m}^3$  相当于 10 座库容为  $1.0 \times 10^8 \text{ m}^3$  的大型水库 11 a 的蓄水量。其中,三田、林草措施、其它小型工程措施的蓄水量占总蓄水量的比例分别为 78.31%、20.94% 和 0.75%,说明三田蓄水量最大,林草措施次之,其它小型工程措施的蓄水量所占比例较小。

甘肃省 1979—2009 年各项水保措施的拦泥保土量累计达  $5.90 \times 10^9 \text{ t}$ ,年均  $1.89 \times 10^8 \text{ t}$ 。据悉,黄河下游为了减轻河道淤积,平均每年需要  $2.00 \times 10^{10} \text{ m}^3$  的水量用于冲沙,若按照冲 1 t 沙消耗  $20 \text{ m}^3$  水量计算,年均可减少冲沙用水  $3.80 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,累计可为黄河下游节约冲沙用水  $1.17 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 。在保土量贡献比例中,三田、林草措施、其它小型工程措施的保土量占总保土量的比例分别为 73.51%、11.38% 和 8.63%,说明三田保土量最大,起决定性作用,林草措施次之,其它小型工程措施保土作用所占比例较小。

### 2.2 经济效益

2.2.1 梯田效益 截至 2009 年底甘肃省已累计建成梯田  $1.77 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,占该省耕地总面积的 38%。按照梯田相对于坡耕地平均增产  $855 \text{ kg}/\text{hm}^2$  粮食计,则甘肃省梯田 2009 年增产的粮食达到  $1.51 \times 10^6$

t,占粮食总产的16.7%。按人均每年耗粮400 kg计,则增产的粮食可供养370万人,即可供养超过一个定西市的人口。

表5 甘肃省1979—2009年各项措施的累计蓄水量和保土量

治理措施	蓄水量/ 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	占总蓄 水量/%	保土量 (10 <sup>8</sup> t)	所占比例/ %
梯田	63.44	57.68	22.54	38.48
沟坝地	1.48	1.35	12.99	22.17
条田	21.20	19.28	7.53	12.86
水保林	11.80	10.73	4.05	6.91
荒坡种草	8.15	7.41	1.38	2.35
退耕种草	1.06	0.96	0.78	1.34
封育	2.01	1.83	0.46	0.78
引洪漫地	0.00	0	3.75	6.40
塘坝	0.00	0	0.89	1.52
涝池	0.83	0.75	0.02	0.03
谷坊	0	0	4.19	7.15
合计	109.98	100.00	58.57	100.00
年平均	3.55		1.89	

2.2.2 水土保持林效益 据甘肃省历年水土保持林建设年报统计及近10 a来该省经济林统计数据,截至2009年底,甘肃省累计营造水保林 $2.37 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>,其中水保经济林面积 $2.55 \times 10^5$  hm<sup>2</sup>,占水保林总面积的10.74%,占该省经济林面积的21.54%,有力地推动了该省经济林的发展。

2.2.3 人工种草效益 耕地种草和荒坡种草是保持水土,解决“三料”(肥料、饲料、燃料),缓解畜牧业“春乏”问题的重要措施之一。截至2009年底甘肃省耕地种草达到了 $1.39 \times 10^5$  hm<sup>2</sup>,荒坡种草面积达到 $3.18 \times 10^5$  hm<sup>2</sup>。以耕地种草年均产干草量5770 kg/hm<sup>2</sup>计,以荒坡种草比自然荒坡年均增产干草量1080 kg/hm<sup>2</sup>计,则两项合计年均可增产干草 $1.14 \times 10^6$  t,按照每羊单位年食量657 kg干草计,则年均可增加载畜量174万羊单位。

2.2.4 水土保持经济效益分析 结合各项措施的产投系数,计算得出1979—2009年之间各项措施投资、增量运行费和经济效益等的累计值及其产投比。计算结果表明,1979—2009年甘肃省水土保持各项措施治理投资达67亿元,增量运行费达44亿元,经济效益达288亿元,产投比为2.59。

## 2.3 社会效益

2.3.1 梯田与粮食安全 随梯田建成年份的增长,其粮食单产也会随之增长,根据定西市梯田测产资料,梯田建成1~5 a,5~10 a,10~15 a,15 a以上的

粮食单产分别为2100.8,2615.3,2695.5,3908.3 kg/hm<sup>2</sup>。以此计算,则2009年梯田产粮可达 $6.02 \times 10^6$  t,占该省粮食产量的66%,并且自2000年以来梯田产粮稳占该省产粮的60%~70%。从兴建位置看,梯田主要建在甘肃中东部旱作农业区,可见近10 a来,中东部旱作农业区的梯田(占甘肃省耕地面积的30%~38%)生产了该省粮食总产量的60%~70%。甘肃省过去一直是粮食调入省,缺粮地区主要在中东部旱作农业区。改革开放以前,中东部旱作农业区粮食靠河西商品粮基地来补给,改革开放以后,中东部旱作农业区靠梯田的增产作用解决了吃粮问题。与此同时,甘肃省也由粮食净调入逐渐转向了调入与调出基本平衡。因此,梯田建设已成为甘肃省中东部旱作农业区实现粮食自给、保障粮食安全的基础工程。

2.3.2 水窖与农村饮水 甘肃省1979—2009年在甘肃中部地区大力发展“雨水集流”工程,建水窖蓄水,户均拥有水窖达到1.8眼,户均每年蓄水量53.92 m<sup>3</sup>,实现了正常年景吃水不愁,有些地方人畜用水困难的问题已基本得到解决。据典型调查<sup>[5]</sup>,1986年关川河流域已有水窖19300眼,到1992年新增8912眼,累计达到27579眼,年蓄水量达 $8.25 \times 10^5$  m<sup>3</sup>。

2.3.3 优化土地的利用 甘肃省在荒山荒坡的治理中,一是将 $1.97 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>荒地通过营造水保林的方式转变为林地,二是将 $2.93 \times 10^5$  hm<sup>2</sup>荒地通过人工种草的方式转变为草地,从而提高了土地的利用率。在 $3.08 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>坡耕地的结构优化中,一是将坡度大于25°的10%坡耕地退耕还林还草,二是将坡度小于25°的44%的坡耕地逐渐修成梯田,即将跑水、跑土、跑肥的低产“三跑田”变成保水、保土、保肥的高产“三保田”,为大幅度提高土地生产率奠定了基础。

2.3.4 促进劳动力转移 据《甘肃农村年鉴》数据显示,按1990不变价计算,甘肃省农业土地生产率由1979年的1034元/hm<sup>2</sup>提高到2008年的5940元/hm<sup>2</sup>,年均增长16%;农业劳动生产率由1985年的1063元/人,提高到2008年的3017元/人,年均增长8%。这两个生产率的大幅度提高,既保证了农村的物质生产,又促使农村产生了剩余劳动力,进而产生两种显著的效果:一是大批农民工进城务工,二是年轻一代有更多的时间和经费延续高等教育。

## 2.4 生态效益

2.4.1 提高地面林草覆盖 甘肃省1979年营造水保林 $2.26 \times 10^5$  hm<sup>2</sup>,2008年营造水保林面积达到 $2.24 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>,1979年种草 $2.43 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,2009年

种草达到  $4.56 \times 10^5 \text{ hm}^2$ , 即 30 a 间营造水保林面积提高了 9 倍, 种草面积提高了 17 倍, 累计增加甘肃省林草覆盖率 5.86%。

2.4.2 提高耕地土壤肥力 梯田与坡耕地相比, 土壤含水率和有机质含量分别高出 10% 和 25%。据甘肃省梯田测产资料及各地的科研成果, 在同样的降水条件下, 梯田土壤状况明显改善, 土壤肥力显著增强, 保持墒情的时间得以延长。其次, 耕作多年的梯田和耕作 1 a 的梯田相比, 土壤肥力也有明显提高。研究表明, 耕作 4~5 a 的梯田和耕作 1 a 的梯田相比, 土壤有机质、全氮、水解氮和有效磷等养分含量分别提高了 170%、73%、148% 和 291%。可见对于梯田, 耕作时间越长, 土壤肥力越强。

2.4.3 提高生态服务价值 本研究以 Costanza 等<sup>[7]</sup>的计算方法为基础, 在谢高地等<sup>[8]</sup>制定的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表的基础上, 结合甘肃省的实际情况, 计算了甘肃省水土保持单位面积生态服务价值, 然后分 1979、1989、1999、2009 年共 4 个时段评估了甘肃省水土保持工程生态服务价值。计算结果表明, 甘肃省水土保持工程各项生态服务功能的价值每 10 a 平均增长率分别为 99%、89%、90%、74% 和 102%, 总平均增长率为 86%。说明水土保持工程各项生态服务功能价值在过去 30 a 治理期间增长明显。

### 3 结论

《甘肃省水土保持统计年报》表明, 截至 2009 年底, 甘肃省水土保持治理面积累计达到  $5.82 \times 10^6 \text{ hm}^2$ , 1979—2009 年该省新增治理面积  $4.67 \times 10^6 \text{ hm}^2$ , 水土流失面积治理率已达到 15.07%, 其中黄河流域达到 40.18%, 长江流域达到 34.06%, 内陆河流域达到 0.55%, 而 1979—2009 年该省新增水土流失面积治理率为 12.10%。建国 60 a 来, 特别是近 30 a 来, 甘肃省水土保持综合治理取得了显著成效。各项措施累计蓄水  $1.10 \times 10^{10} \text{ m}^3$ , 累计保土  $5.9 \times 10^9 \text{ t}$ ; 各项措施取得综合经济效益累计达到 288 亿元, 产投比为 2.59; 梯田建设和水窖建设为保障全省粮食安全和农村饮水安全作出了突出贡献; 提高林草覆盖和土壤肥力及各项生态服务功能为甘肃省农林牧业的可持续发展奠定了基础。

### 4 存在问题及建议

(1) 治理难度加大, 治理投资标准亟待提高。甘肃省宜修梯田的坡耕地中, 62% 已修成梯田, 还有 38% 尚待继续修建。

(2) 投入严重不足, 应建立多元投资机制。目前在水土流失严重区, 水土流失治理的投资强度约为 80 万元/ $\text{km}^2$ 。鉴于水土保持工程的公益性、社会性、群众性的特点, 建议政府积极发动群众, 建立多元投资机制, 促进农业生态建设的发展。

(3) 科技成果转化不足, 应加大科技成果推广力度。建议在水土保持工程预算中增加科研经费和科技推广经费的比例, 便于随时解决工程中遇到的问题, 从而保证生态工程的质量和效果。

(4) 面源污染严重, 应积极开展面源污染防治的研究。有资料显示<sup>[9]</sup>, 农业面源污染已经成为美国河流和湖泊的第一大污染源, 据《甘肃省水资源公报》统计, 在甘肃省境内, 河流湖泊的污染同样严重, 2008 年黄河流域超标水质的河长占 60%, 而劣 V 类水质的河长占到超标水质河长的 80%, 因此建议在水土保持研究中增加对面源污染防治方面的研究。

#### [参 考 文 献]

- [1] 祖历河流域水利水保措施对入黄沙变化的影响及发展趋势研究[R]. 甘肃省水利厅水土保持局, 定西市水土保持研究所, 1995.
- [2] 泾河流域水利水保措施减水减沙效益及水沙变化趋势的预测研究[R]. 甘肃省水土保持研究所, 1995.
- [3] 渭河流域水利水保措施减水减沙效益分析研究和预测[R]. 甘肃省水土保持研究所, 1995.
- [4] 黄河水利委员会西峰试验站. 泾河、北洛河、渭河流域水土保持措施减水减沙作用分析[R]. 黄河水利委员会西峰试验站, 2004.
- [5] 张富, 余新晓, 景亚安, 等. 黄土高原水土保持防治措施对位配置研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2007: 107-108, 242-249.
- [6] 常丹东, 刁鸣军. 黄河流域水土保持减水定额研究[J]. 中国水土保持科学, 2005(2): 57-64.
- [7] Costanza R, d'Arge R, deGroot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.
- [8] 谢高地, 鲁春霞, 成升魁. 全球生态系统服务价值评估研究进展[J]. 资源科学, 2001, 23(6): 5-9.
- [9] 张维理, 冀宏杰, Kolbe H, 等. 中国农业面源污染形势估计及控制: II. 欧美国家农业面源污染状况及控制[J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1018-1025.