

甘肃长江流域水土保持经济效益分析

李宗杰, 田青, 宋玲玲, 张富

(甘肃农业大学 林学院, 兰州 730070)

摘要:运用水土保持综合治理效益计算方法(GB/T15774—2008)计算了甘肃省长江流域的水土保持综合治理经济效益,系统评价了各措施对研究区带来的经济效益。结果表明:甘肃长江流域梯田、水保林、经济林、人工种草经济效益分别为58.08亿元,180.02亿元,29.69亿元,15.2亿元,合计282.99亿元;同时,通过实施坡改梯工程,甘肃省长江流域累计节约土地面积25.96万 hm^2 ,节约劳工2216.9工日。另外,随着水土保持的综合治理研究区的治理面积、年增产量、年净增产值以及累积净增产效益均表现出逐年递增的趋势,且水保林在水土保持综合治理中发挥着至关重要的作用。

关键词:经济效益;水土流失;综合治理;长江流域;甘肃省

中图分类号:S157

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2016)04-0128-05

Analysis on Economic Benefit of Soil and Water Conservation in Yangtze River Basin in Gansu Province

LI Zongjie, TIAN Qing, SONG Lingling, ZHANG Fu

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

Abstract: We calculated the economic benefit of comprehensive harness of soil and water conservation in Yangtze River Basin using the method of calculating the benefit of comprehensive harness of soil and water conservation (GB/T15774—2008), and systematically evaluated the economic benefits of the measures in the study area. The results show that the economic benefit of terraced fields, forest of soil and water conservation, trees of economic value and artificial grass planting are 5.808 billion yuan, 18.002 billion yuan, 2.969 billion yuan, 0.152 billion yuan, respectively, the total is 28.299 billion yuan; at the same time, through the project of terrance in the study area accumulated land area of 259 600 hm^2 was saved and 2 216.9 man-days of labors were saved in Yangtze River Basin in Gansu Province. In addition, with comprehensive control of soil and water conservation the management area in the study area, annual increment, net production value and the cumulative net production efficiency show the trend of increasing year by year, and forest of soil and water conservation plays an important role in comprehensive control of soil and water conservation.

Keywords: economic benefits; soil and water loss; comprehensive control; Yangtze River Basin; Gansu Province

中国是世界上水土流失最严重的国家之一,经大量调查资料显示,全国水土流失面广、量大,不管是山区、丘陵区、风沙区还是农村、城市,甚至是沿海地区都存在不同程度的水土流失^[1-3]。为了应对这一持续恶化的环境问题,近年来我国采取了各种有效措施,对各大水土流失区配套了各种水土保持措施,以致全面防治水土流失^[4-5]。而通过最近几十年的治理,虽然水土流失得到了明显的遏制,但水土保持综合治理的具体效益如何?特别是经济效益如何?这就需要我们做进一步的调查研究了。

经济效益是水土保持效益分析的重要组成部分,同时是开展水土保持的最终目的,更是调动群众积极性的物质基础。在众多的效益研究中,由于主观和客观条件的影响,不同学者对不同流域做出的效益评价所包含的指标各不相同,在指标的设置上普遍存在随意性、混乱性、重复性、交叉性、包容性,这严重降低了评价结果的公正性、客观性和可比性,埋下了导致错误决策的隐患^[6-11]。为此,在2008年,水利部组织专家通过对《水土保持综合治理效益计算方法(GB/T15774—1995)》进一步修正,颁布《水土保持综合治

理效益计算方法(GB/T15774—2008)》共包括23个指标,其中,生态效益指标9个,经济效益指标4个,社会效益指标10个,国家标准的出台使水土保持效益评价有了依据^[12]。本文正是基于《水土保持综合治理效益计算方法》(GB/T15774—2008)规定的内容,通过筛选构建适合甘肃省水土保持效益指标、参数及效益计算方法,评价水土保持综合治理措施在甘肃省产生的调水保土、生态、经济和社会效益,为今后甘肃省,乃至全国相似水土流失区的综合治理措施效益计算、体系的优化与调整、生态环境的恢复、社会经济的发展等方面提供科学依据^[13-16]。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

甘肃长江流域地处甘肃省南部,流域面积3.85万km²,该流域位于东经102°34′—106°37′,北纬32°06′—34°32′。地质构造属南北秦岭褶皱带的西延部分,境内地形复杂、地貌多样,以山地丘陵为主,整个地势西北向东南递减,相对高差多在500~1000m,切割剧烈。该地属暖温带向北亚热带过渡气候区,年平均气温5~15℃,最高气温39.9℃,最低气温-20℃,年积温1700~4800℃,无霜期145~287d,年均日照时数1711~2085h,年均蒸发量1000~2000mm,年均降水量500~800mm,本项研究选取属于水土保持重点区域的岭南高山深谷区、徽成丘陵盆地区、西礼黄土丘陵区3个区域进行效益分析。岭南高山深谷区位于陇南土石山亚区中部,地处西汉水中上游和白龙江的中游地带,包括宕昌县、文县、礼县的大部分,西和县、成县、康县和舟曲县局部,土地总面积12591km²。本区水土流失面积44.10万hm²,年均径流模数20~25万m³/(km²·a),年均土壤水蚀模数500~3000t/(km²·a)。徽成丘陵盆地区,位于陇南土石山亚区东部,嘉陵江上游,包括成县、徽县、两当县,土地总面积2128km²。本区水土流失面积12.63万hm²,年均径流模数20~25万m³/(km²·a),年均土壤水蚀模数500~1000t/(km²·a)。西礼黄土丘陵区位于陇南土石山亚区北部,地处小陇山与西秦岭之间的西汉水上游,包括西和县大部,秦城区、北道区、礼县的一部分,土地总面积3262km²,本区水土流失类型主要以水力侵蚀、重力侵蚀为主,也有少量的冻融侵蚀。坡面以面蚀为主,沟道多泥石流,年均径流模数13~20万m³/(km²·a),年均土壤水蚀模数1000~3000t/(km²·a),沟壑密度一般为2km/km²左右。

1.2 研究方法

以甘肃省长江流域为研究对象,以甘肃省1980—

2012年水土保持年报数据为基础,以1980年以来甘肃省水土保持措施与效益研究等科研成果为参照,以甘肃省第一次全国水利普查资料为控制点,根据《水土保持综合治理效益计算方法》(GB/T15774—2008)来计算研究区水土保持经济效益^[12],以2010年为价格年,分析水土保持综合治理措施在研究区产生的经济效益,为今后甘肃省,乃至全国相似水土流失区的综合治理措施经济效益计算、体系的优化与调整、生态环境的恢复、社会经济的发展等方面提供科学依据。

1.2.1 直接经济效益

(1) 措施产品增加量:首先根据治理措施与对照措施的单位面积产量进行对比,求得单位面积措施产品的增加量,再乘上该项措施的数量即可求得该项措施产品的增加量。

单位面积措施产品增加量:

$$\Delta p = p_a - p_b \quad (1)$$

式中: Δp 为治理措施单位面积产品增加量(kg/hm²); p_b 为对照措施单位面积产量(kg/hm²); p_a 为治理措施单位面积产量(kg/hm²)。

措施产品增加量:

$$\Delta Q = \Delta p \cdot S \quad (2)$$

式中: ΔQ 为治理措施产品增加量(kg); Δp 为治理措施单位面积产品增加量(kg/hm²); S 为治理措施数量(hm²)。

(2) 措施产品增加值:根据治理措施与对照措施的单位面积毛产值进行对比,求得单位面积措施产品的增加值,再乘上该项措施的数量即可求得该项措施产品的增加值。

单位面积措施产品增加值:

$$M = p_a \cdot j - p_b \cdot j \quad (3)$$

式中: M 为治理措施单位面积产品增加值(元/hm²); j 为产品单价(元/kg)。

措施产品增加值:

$$\Delta Z = M \cdot S \quad (4)$$

式中: ΔZ 为治理措施产品增加值(元); M 为治理措施单位面积产品增加值(元/hm²); S 为治理措施数量(hm²)。

(3) 净增产值:根据治理措施与对照措施的单位面积净产值进行对比,求得单位面积的净增产值,再乘上该项措施的数量即可求得该项措施的净增产值。

单位面积净增产值:

$$L = (p_a \cdot j - C_a) - (p_b \cdot j - C_b) \quad (5)$$

式中: L 为治理措施单位面积净增产值(元/hm²); C_a 为治理措施实施后生产过程中单位面积生产运行费(元/hm²); C_b 为对照措施实施后生产过程中单位面

积生产运行费(元/hm²)。

净增产值:

$$\Delta N=L \cdot S \tag{6}$$

式中:ΔN 为治理措施净增产值(元);L 为治理措施单位面积净增产值(元/hm²);S 为治理措施数量(hm²)。

(4) 单位面积产投比:

$$K=L/d \tag{7}$$

式中:K 为单位面积产投比;L 为单项措施单位面积的净增产值(元/hm²);d 为单项措施单位面积的基本建设投资(元/hm²)。

(5) 单位面积基本建设投资回收年限:

$$H=m+d/L=m+1/K \tag{8}$$

式中:H 为单位面积基本建设投资回收年限(年);m 为该项措施生效时间(年)。

1.2.2 间接经济效益 间接经济效益主要为基本农田(梯田)间接经济效益,可按如下方法进行计算:

(1) 节约的土地面积可按式(9)计算:

$$\Delta F=F_b-F_a=V/P_b-V/P_a \tag{9}$$

式中:ΔF 为节约的土地面积(hm²);V 为需要的粮食总产量(kg);F_b 为需坡耕地的面积(hm²);F_a 为需基本农田(梯田)的面积(hm²);P_b 为坡耕地的粮食单位面积产量(kg/hm²);P_a 为基本农田(梯田)的粮食单位面积产量(kg/hm²)。

(2) 节约的劳工可按式(10)计算:

$$\Delta E=E_b-E_a=F_b e_b-F_a e_a \tag{10}$$

式中:ΔE 为节约的劳工(工日);e_b 为种坡耕地单位面积需劳工(工·日/hm²);e_a 为种基本农田单位面积需劳工(工·日/hm²);E_b 为种坡耕地总需劳工(工日);E_a 为种基本农田总需劳工(工日)。

2 结果与分析

2.1 岭南高山深谷区分析

截止到 2011 年,甘肃省长江流域岭南高山深谷区累积完成梯田建设 4.58 万 hm²,梯田累计粮食增加 260.8 万 t,折人民币 64.9 亿元,净增产值 32.5 亿元,累计净效益为 26.6 亿元,单位面积梯田的产投比为 0.32,基本建设投资回收年限为 5 a。1980—2011 年累计节约土地 21.6 万 hm²,节约劳工 1 877.6 万个。到 2011 年,甘肃省长江流域岭南高山深谷区建设水保林 16.61 万 hm²,累计增产材积 976.4 万 m³,增产柴薪 2 641.9 万 t,折 188.6 亿元,净增产值 162.4 亿元,累计净效益为 144.4 亿元;单位面积产投比为 0.65,基本建设投资回收年限为 9 a。截至 2011 年,长江流域岭南高山深谷区经济林累计建设 6.02 万 hm²,累计增产水果 401.1 万 t,毛增产值 95.0 亿元,净增产值 15.4 亿

元,累计净效益为 6.0 亿元;单位面积产投比为 0.33,基本建设投资回收年限为 8 a。截止到 2011 年,长江流域岭南高山深谷区种草面积达到 1.75 万 hm²,累计增产干草 68.4 万 t,毛增产值 10.9 亿元,净增产值为 5.5 亿元,累计净效益为 4.7 亿元;单位面积产投比为 0.50,基本建设投资回收年限为 3 a。

表 1 甘肃省农产品及农业消耗产品参考价格

指标	单位	价格	指标	单位	价格
小麦种子	元/kg	3.0	小麦	元/kg	2.0
玉米种子	元/kg	7.2	玉米	元/kg	2.0
洋芋种子	元/kg	3.0	洋芋	元/kg	2.5
大豆种子	元/kg	6.0	大豆	元/kg	3.9
蚕豆种子	元/kg	4.0	蚕豆	元/kg	3.8
花生种子	元/kg	5.2	花生	元/kg	5.2
油菜籽种子	元/kg	3.8	油菜籽	元/kg	3.8
胡麻种子	元/kg	4.9	胡麻	元/kg	4.9
葵花籽种子	元/kg	4.3	葵花籽	元/kg	4.3
苹果	元/kg	2.8	木材	元/m ³	860.0
梨	元/kg	1.4	柴薪	元/kg	0.5
葡萄	元/kg	2.5	干草(苜蓿)	元/kg	1.6
桃子	元/kg	4.0	草种(苜蓿)	元/kg	25.0
杏	元/kg	1.9	化肥	元/kg	3.4
枣	元/kg	1.9	农药	元/kg	28.5
沙棘	元/kg	20.0	劳工	元/工日	50.0
花椒	元/kg	4.2	机械	元/台时	120.0

注:苗木费用:水保乔木林苗木,5.0 元/株;水保灌木林苗木,2.0 元/株;果园苗木,7.0 元/株;其他经济林苗木,7.0 元/株。

2.2 徽成丘陵盆地区分析

梯田直接经济效益:截止到 2011 年,甘肃省长江流域徽成丘陵盆地区累积完成梯田建设 3.29 万 hm²,梯田累计粮食增加 66.8 万 t,折人民币 16.6 亿元,净增产值 11.6 亿元,累计净效益为 8.3 亿元,单位面积梯田的产投比为 0.29,基本建设投资回收年限为 5 a。梯田间接经济效益:1980—2011 年累计节约土地 13.0 万 hm²,节约劳工 1 100.9 万个。到 2011 年,长江流域徽成丘陵盆地区建设水保林 1.43 万 hm²,累计增产材积 60.8 万 m³,增产柴薪 140.0 万 t,折 10.2 亿元,净增产值 8.4 亿元,累计净效益为 6.5 亿元;单位面积产投比为 0.48,基本建设投资回收年限为 10 a。截至 2011 年,该区经济林累计建设 0.41 万 hm²,累计增产水果 72.8 万 t,毛增产值 18.0 亿元,净增产值 0.6 亿元,累计净效益为 0.05 亿元;单位面积产投比为 0.52,基本建设投资回收年限为 6 a。截止到 2011 年,该区种草面积达到 0.25 万 hm²,累计增产干草 15.7 万 t,毛增产值 2.5 亿元,净增产值为 1.4 亿元,累计净效益为 1.2 亿元;单位面积产投比为 0.58,基本建设投资回收年限为 2 a。

表 2 甘肃长江流域岭南高山深谷区直接经济效益分析

措 施	治理面积/ 万 hm ²	治理新增 面积/万 hm ²	生效面积/ 万 hm ²	治理投入/ 亿元	生产维护费 用/亿元	年增产材 量/万 m ³	年增产量/ 万 t	年毛增产 值/亿元	年净增产 值/亿元	年净增效 益/亿元	累计净增 效益/亿元
水保林	16.61	16	323	18	26.2	976.4	2641.9	188.6	162.4	144.4	144.36
梯田	4.58	4.1	69.5	5.9	32.5		260.8	64.9	32.5	26.6	26.6
经济林	6.02	6.02	77.25	9.45	79.6		401.1	95	15.4	6	5.95
人工种草	1.75	1.7	22.9	0.8	5.4		68.4	10.9	5.5	4.7	4.7
合计	28.96	27.82	492.65	34.15	143.7	976.4	3372.2	359.4	215.8	181.7	181.64

表 3 甘肃长江流域岭南高山深谷区梯田节约土地面积和劳工数

时 间	节约土地面积/ (hm ² · hm ⁻²)	节约劳工数/ (工日 · hm ⁻²)	生效面积/ 万 hm ²	节约土地面积/ 万 hm ²	节约的劳工数/ 万工日
1980—1989	0.31	27	7.7	2.40	208.7
1990—1999	0.31	27	21.1	6.54	569.4
2000—2009	0.31	27	32.8	10.17	885.5
2010—2012	0.31	27	7.9	2.46	214.1
合计	—	—	69.5	21.6	1877.6

表 4 甘肃长江流域徽成丘陵盆地区直接经济效益分析

措 施	治理面积/ 万 hm ²	治理新增 面积/万 hm ²	生效面积/ 万 hm ²	治理投入/ 亿元	生产维护 费用/亿元	年增产材 量/万 m ³	年增产量/ 万 t	年毛增产 值/亿元	年净增产 值/亿元	年净增效 益/亿元	累计净增 效益/亿元
水保林	1.43	1.4	20.5	1.9	1.8	60.8	140	10.2	8.4	6.5	6.49
梯田	3.29	2.3	28.2	3.4	5		66.8	16.6	11.6	8.3	8.27
经济林	0.41	0.4	6.08	0.58	20.2		86.3	21.5	1.3	0.7	0.7
人工种草	0.25	0.2	3.8	0.2	2.5		32.9	5.3	2.8	2.5	2.5
合计	5.38	4.3	58.58	6.08	29.5	60.8	326	53.6	24.1	18	17.96

表 5 甘肃长江流域徽成丘陵盆地区梯田节约土地面积和劳工数

时 间	节约土地面积/ (hm ² · hm ⁻²)	节约劳工数/ (工日 · hm ⁻²)	生效面积/ 万 hm ²	节约土地面积/ 万 hm ²	节约的劳工数/ 万工日
1980—1989	0.46	39	0.3	0.13	10.8
1990—1999	0.46	39	7.0	3.21	272.4
2000—2009	0.46	39	16.6	7.63	646.8
2010—2011	0.46	39	4.4	2.02	170.9
合计	—	—	28.2	13.0	1100.9

2.3 西礼黄土丘陵区分析

梯田直接经济效益:截止到 2011 年,甘肃省长江流域西礼黄土丘陵区累积完成梯田建设 5.35 万 hm²,梯田累计粮食增加 120.3 万 t,折人民币 29.9 亿元,净增产值 29.0 亿元,累计净效益为 23.2 亿元,单位面积梯田的产投比为 0.40,基本建设投资回收年限为 4 a。梯田间接经济效益:1980—2011 年累计节约土地 10.5 万 hm²,节约劳工 901.9 万个。到 2011 年,该区水保林累积建设 8.47 万 hm²,累计增产材积 258.7 万 m³,增产柴薪 826.5 万 t,折 49.0 亿元,净增产值 40.6 亿元,累计净效益为 29.2 亿元;单位面积产投比为 0.51,基本建设投资回收年限为 9 a。截至 2011 年,该区经济林累计建设 2.95 万 hm²,累计增产水果 196.9 万 t,毛增产值 51.0 亿元,净增产值 26.7 亿元,累计净效益为 23.0 亿元;单位面积产投比为 0.99,基本建设投资

回收年限为 6 a。截至 2011 年,该区种草面积达到 2.37 万 hm²,累计增产干草 174.1 万 t,毛增产值 23.2 亿元,净增产值为 9.3 亿元,累计净效益为 8.0 亿元;单位面积产投比为 0.36,基本建设投资回收年限为 3 a。

2.4 研究区经济效益分析

由图 1 得,研究区的治理面积、年增产量、年净增产值以及累积净增产效益随着水土保持的综合治理,均表现出逐年递增的趋势。截至 2011 年,研究区累积治理面积 53.48 万 hm²,其中水保林面积占了 49.57%,梯田面积占了 24.72%,人工种草面积最少仅占 8%。年增产量为 316.72 万 t,其中水保林的年增产量占了研究区所有年增产量的 68.44%。年净增产值为 24.57 亿元,水保林占了 57.42%。甘肃长江流域梯田、水保林、经济林、人工种草经济效益分别为 58.08,180.02,29.69,15.2 亿元,合计 282.99 亿元;同时,通过实施坡改梯

工程,甘肃省长江流域累计节约土地面积 25.96 万 hm^2 ,节约劳工 2 216.9 工日。很显然,水土保持为水土保持综合治理的经济效益中发挥着至关重要的作用,

其次是坡改梯工程,经济效益最不显著的是人工种草措施,但这一说法只是局限于研究区的水土保持经济效益而言。

表 6 甘肃长江流域西礼黄土丘陵区直接经济效益分析

措 施	治理面积/ 万 hm^2	治理新增 面积/万 hm^2	生效面积/ 万 hm^2	治理投入/ 亿元	生产维护 费用/亿元	年增产材 量/万 m^3	年增产量/ 万 t	年毛增 产值/亿元	年净增 产值/亿元	年净增 效益/亿元	累计净增 效益/亿元
水土保持	8.47	7.7	97.9	11.5	8.3	258.7	826.5	49	40.6	29.2	29.17
梯田	5.35	4	50.1	5.8	0.9		120.3	29.9	29	23.2	23.21
经济林	2.95	2.59	30.19	3.67	24.3		196.9	51	26.7	23	23.04
人工种草	2.37	2.3	46.5	1.3	13.9		174.1	23.2	9.3	8	8
合计	19.14	16.59	224.69	22.27	47.4	258.7	1317.8	153.1	105.6	83.4	83.42

表 7 甘肃长江流域西礼黄土丘陵区梯田节约土地面积和劳工数

时 间	节约土地面积/ ($\text{hm}^2 \cdot \text{hm}^{-2}$)	节约劳工数/ (工日 $\cdot \text{hm}^{-2}$)	生效面积/ 万 hm^2	节约土地面积/ 万 hm^2	节约的劳工数/ 万工日
1980—1989	0.21	18	0.9	0.18	15.7
1990—1999	0.21	18	13.2	2.76	236.8
2000—2009	0.21	18	28.9	6.06	519.8
2010—2011	0.21	18	7.2	1.51	129.6
合计	—	—	50.1	10.5	901.9

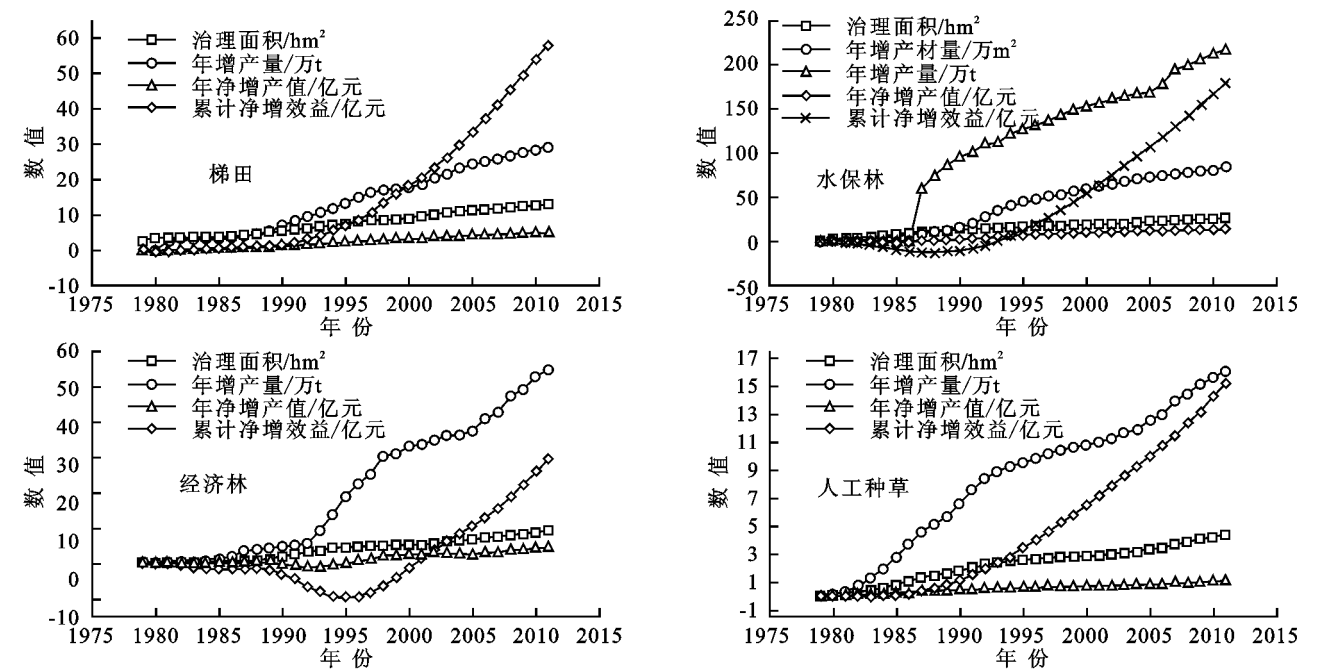


图 1 甘肃长江流域经济效益分析

3 结 论

截止到 2011 年,甘肃省长江流域岭南高山深谷区累积完成梯田累计净效益为 26.6 亿元,水土保持累计净效益为 144.4 亿元,经济林累计净效益为 6.0 亿元,人工种草累计净效益为 4.7 亿元;徽成丘陵盆地累积完成梯田累计净效益为 8.3 亿元,累计节约土地 13.0 万 hm^2 ,节约劳工 1 100.9 万个,水土保持累计净效益为 6.5 亿元,经济林累计净效益为 0.05 亿元,单位面积产投比为

0.52,人工种草面积累计净效益为 1.2 亿元;西礼黄土丘陵区累积完成梯田累计净效益为 23.2 亿元,累计节约土地 10.5 万 hm^2 ,节约劳工 901.9 万个,水土保持累计净效益为 29.2 亿元,经济林累计净效益为 23.0 亿元,人工种草累计净效益为 8.0 亿元。另外,研究区的治理面积、年增产量、年净增产值以及累积净增产效益随着水土保持的综合治理,均表现出逐年递增的趋势,且水土保持在水土保持综合治理中发挥着至关重要的作用。

参考文献:

- [1] 程广有,侯杰,唐晓杰,等. 3种枸杞耐盐碱性的比较[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(11): 47-49.
- [2] 董静洲,杨俊军,王瑛. 我国枸杞属物种资源及国内外研究进展[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(18): 2020-2027.
- [3] 张小全,吴可红,Dieter Muraeh. 树木细根生产与周转研究方法评述[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 875-883.
- [4] 刘兴良,马钦彦,杨冬生,等. 川西山地区主要人工林种群根系生物量与生产力[J]. 生态学报, 2006, 26(2): 542-551.
- [5] Tauber M J, Tauber C A, Masaki S. Seasonal Adaptions of Insect[M]. Oxford: Oxford Univ. Press, 1986.
- [6] 任安芝,高玉葆,王金龙. 不同沙地生境下黄柳的根系分布和冠层结构特征[J]. 生态学报, 2001, 21(3): 399-404.
- [7] 赵忠,李鹏,王乃江. 渭北黄土高原主要造林树种根系分布特征的研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(1): 37-39.
- [8] 李鹏,赵忠,李占斌,等. 渭北黄土区刺槐根系空间分布特征研究[J]. 生态环境, 2005, 14(3): 405-409.
- [9] 张良德,徐学选. 延安燕沟流域刺槐根系分布特征[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(2): 9-14.
- [10] Gale M R, Grigal D F. Vertical root distributions of northern tree species in relation to successional status [J]. Canadian Journal of Forest Research, 1987, 17(8): 829-834.
- [11] Gale M R, Grigal D F, Harding R B. Soil productivity index: predictions of site quality for white spruce plantations[J]. Soil Science Society of America Journal, 1991, 55(6): 1701-1708.
- [12] 张国盛,王林和. 毛乌素沙地臭柏根系分布及根量[J]. 中国沙漠, 1999, 19(4): 378-383.
- [13] 赵爱芬. 差巴嘎蒿和小叶锦鸡儿根系分布及生长动态的初步研究[J]. 中国草地, 1994(3): 15-19.
- [14] 杨玉盛,陈光水,林鹏. 格氏栲天然林与人工林细根生物量、季节动态及净生产力[J]. 生态学报, 2003, 23(9): 1719-1730.
- [15] 韩有志,梁胜发. 华北落叶松人工林根系分布及根系生物量研究[J]. 山西林业科技, 1997(3): 36-40.
- [16] 杨玉盛,陈光水,何宗明,等. 杉木观光木混交林细根的分布[J]. 热带亚热带植物学报, 2002, 10(2): 111-117.
- [17] Jackson R B, Canadell J, Ehleringer J R, et al. A global analysis of root distributions for terrestrial biomes[J]. Oecologia, 1996, 108(3): 389-411.
- [18] Pregitzer K S, Hendrick R L, Fogel R. The demography of fine roots in response to patches of water and nitrogen[J]. New Phytologist, 1993, 125(3): 575-580.
- [19] Burton A J, Pregitzer K S, Headrick R L. Relationships between fine root dynamics and nitrogen availability in Michigan northern hardwood forests [J]. Oecologia, 2000, 125(3): 389-399.
- [20] 王进鑫,王迪海,刘广全. 刺槐和侧柏人工林有效根系密度分布规律研究[J]. 西北植物学报, 2004, 24(12): 2208-2214.
- [21] 李鹏,赵忠,李占斌,等. 渭北黄土区刺槐根系空间分布特征研究[J]. 生态环境, 2005, 14(3): 405-409.
- [22] 李润淮. 枸杞高产栽培技术[M]. 北京: 盲文出版社, 2000.

~~~~~

(上接第 132 页)

## 参考文献:

- [1] 田卫唐,胡维银. 我国水土流失现状和防治对策分析[J]. 水土保持研究, 2008, 15(4): 204-209.
- [2] 孙鸿烈. 我国水土流失问题与防治对策[J]. 中国水利, 2011(6): 16-16.
- [3] 田青,李宗杰,宋玲玲,等. 甘肃河西地区 1986—2011 年水土保持生态安全格局[J]. 中国沙漠, 2014(6): 1692-1698.
- [4] 叶廷琼,张信宝,冯明义等. 水土保持分析与社会进步[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 71-73, 113.
- [5] 彭珂珊. 关注中国水土流失[J]. 国土资源, 2004(2): 22-25.
- [6] 沙棘的生态经济价值及综合开发利用技术[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2000.
- [7] 周磊,黄秋昊. 基于灰色关联 TOPSIS 的城市土地效益评价及障碍因子诊断[J]. 水土保持研究, 2014, 21(4): 39-44.
- [8] 孙华,赵雪峰,何茂萍. 西南地区几种典型边坡植被的护坡效益分析[J]. 水土保持研究, 2015, 22(4): 6-11.
- [9] 吴岚,秦富仓,余新晓,等. 水土保持林草措施生态服务功能价值化研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(9): 20-24.
- [10] 熊康宁,王恒松,刘云. 毕节石桥小流域水土保持综合治理生态监测与效益评价[J]. 水土保持研究, 2012, 19(4): 12-15.
- [11] Colombo S, Calatrava-Requena J, Hanley N. Analysing the social benefits of soil conservation measures using stated preference methods [J]. Ecological Economics, 2006, 58(4): 850-861.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 水土保持综合治理效益计算方法[S]. GB/T 15774—1995, 2009.
- [13] 刘万铨. 以经济效益为中心,推进水土保持产业化与管理规范化[J]. 中国水土保持, 1995(7): 44-48.
- [14] Barbier E B, Bishop J T. Economic values and incentives affecting soil and water conservation in developing countries[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1995, 50(2): 133-137.
- [15] 李宗杰,田青,宋玲玲,等. 基于水土保持的甘肃省生态安全评价[J]. 生态学杂志, 2015, 34(5): 1420-1426.
- [16] 王禹生,田红. 铁瓦河小流域水土保持经济效益计算[J]. 人民长江, 1999, 30(4): 27-29