

郭罗沟流域综合治理效益分析

唐慧中, 闫书军, 杨 伟, 郑晓风

(天水市秦城区水利局, 甘肃 天水 741000)

摘 要: 郭罗沟流域是长治工程项目在甘肃南部的一个项目区, 该项目区经过7年治理, 1997年底水土流失治理程度达到86.7%, 农业生产总值已由143.66万元提高到484.4万元, 林草覆盖率已由21.7%提高到46.6%; 蓄水与拦沙效益分别达到52%和73%; 人均纯收入由276元提高到1002元; 显示出显著的经济、社会和生态效益, 表明该流域治理措施的布局、配置是合理的, 能为同类型区的流域治理起到一定的示范作用。

关键词: 长治工程; 分析; 陇南; 水土流失

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2002)04-0087-03

Benefit Analysis of Comprehensive Control of Guoluogou Watershed

TANG Hui-zhong, YAN Shu-jun, YANG Wei, ZHENG Xiao-feng

(Hydraulic Bureau of Qincheng District, City of Tianshui 741000, Gansu Province, China)

Abstract: The implementation period of soil and water conservation comprehensive control in Qincheng, Gansu Province was seven years. By the end of 1997, the harness degree of soil and water loss reached 86.7% in project area, the plant cover rate has been increased from 21.7% to 46.6%, the water retention rate was come up to 52%, the preserving soil rate was come up to 73%, the agriculture production value increased from 1436.6 yuan to 4844 yuan, and per capita net income increased from 276 yuan to 1004 yuan, showing remarkable economic, social and ecological benefits.

Key words: Yangtze River valley comprehensive control project; benefits; analysis; south Gansu; soil and water loss

郭罗沟流域位于甘肃省天水市秦城区西南部, 是长江流域陇南片西汉水支流稠泥河的一级支沟, 也是国家水土保持生态环境建设“十、百、千”示范流域。流域跨秦岭、杨家寺两乡, 11个行政村, 土地总面积13.8 km², 总人口3123人, 劳力1278个。流域地面组成物为第四纪黄土、青荏土、细砂岩和红砂岩, 土壤以黄土、麻土、红土和少量淀土为主。沟壑密度为2.76 km/km²。坡度>25°的土地占土地总面积的10.1% (见表1)。海拔高度在1650~1921 m之间。属大陆性季风气候, 处于暖温带半湿润气候过渡带内, 四季分明, 光照充足, 多年平均气温7.2℃, 无霜期151 d。多年平均降水量605.7 mm, 降水年内分布不均, 其中6、7、8、9四个月降水量占全年降水量的60.1%, 且多以暴雨形式出现, 最大日降水量47 mm。年陆面蒸发量为525 mm。流域内水土流失面积6.0 km², 占土地总面积的43.48%。治理前的土地利用结构如表2所示。从表2中土地利用状况可以看出, 农、林、牧用地比例为12.7:4.7:1, 结构比例严重失调, 农业停滞在广种薄收状态, 土地利用率为70%。流域内自然坡度陡, 人多地少, 经济文化落后, 生产条件差, 既没能力发挥区域资源优势, 又难能协调农、林、牧各业及其它农村经济产业的发展, 同时又常受灾害气候的影响, 使农作物减产甚至颗粒无收。人们为了糊口, 向荒山要粮, 向山林要钱, 形成“越垦越

穷、越穷越垦”的恶性循环局面, 生态环境日益恶化, 水土流失严重, 年均侵蚀模数达5184.2 t/km²。加之耕作粗放, 粮食生产和经济收入一直较低。1989年粮食总产量93.81万kg, 平均1 hm²产粮仅1407 kg, 人均占有粮食451.2 kg; 农业生产总值143.66万元, 人均纯收入仅276元。1990年郭罗沟流域被甘肃省水利厅列为示范流域, 确定了以坡改梯为重点, 以营造水保林为突破口的治理方略, 带动了农、林、牧、副全面发展。治理措施布局上采用“山顶造林戴帽子, 坡耕地上修台子, 地埂种草挂胡子, 山腰果园系带子, 沟道工程穿靴子”的治理模式; 在植物措施布局方面提出“山顶梁峁水保林, 山腰坡地经果林, 地埂苜蓿花椒林, 坡顶沟缘人工草”; 配置上提出“梁峁刺槐三酸戴帽子, 油松钻空子; 山腰阳坡苹果阴坡梨, 山沟谷底槐芦苇”的方式, 共营造水保林398.4 hm², 发展经果林95.54 hm² (果园64.73 hm²、经济林30.81 hm²), 人工种草115.39 hm², 四旁植树15万株, 使林草覆盖率由治理前的21.7%提高到46.6%, 宜林宜草地利用率达93.8%。在治理过程中把耕作层厚、面积集中、坡度在5~15°之间的坡耕地480.53 hm²实施坡改梯工程, 同时配置道路渠系和地埂种草、地埂灌木、地埂花椒, 提高了土地利用率和林草覆盖率, 改善了粮草争地矛盾。为防止沟头前进、沟岸扩张、沟底下切, 治理中修建以土谷坊、柳谷坊群为主体的谷坊

* 收稿日期: 2002-05-25

作者简介: 唐慧中, (1973-), 男, 甘肃省天水市秦城区人, 水土保持专业大学毕业, 学士学位, 助理工程师, 从事水土保持监测与分析工作。

170 座;修筑土坝 5 座,涝池 23 个,修建水窖 102 眼,蓄水 1.2 万 m³,扩大水浇地面积 13 33 hm²。同时推广节材炉灶 236 户,使滥砍滥伐得到有效地遏制。郭罗沟流域 7 年来共治理水土流失面积 5 2 km²,占水土流失面积的 86.67%,平均每年治理 0.74 km²,年均治理速度 12.38%。经过多年的综合治理,取得显著的生态效益、经济效益、蓄水保土效益和社会效益。下面就近期效益和远期效益进行分析估算。

表 1 郭罗沟流域地面坡度

	< 5°	5°~ 15°	15°~ 25°	> 25°	总计
面积/hm ²	35.88	974.28	230.46	139.38	1380
占总面积/%	2.6	70.6	16.7	10.1	100

表 2 郭罗沟流域治理前土地利用结构

土地结构	农地	林地	草地	荒地	非生产用地	合计
面积/hm ²	666.67	246.41	52.51	204.65	209.76	1380
占总面积/%	48.3	17.9	3.8	14.8	15.2	100

1 近期效益

1.1 增产效益

流域内 1989 年人均占有基本农田 0.09 hm²,经过综合治理,人均占有基本农田增加到 0.15 hm²,基本农田的增加提高了粮食单产,使粮食产量有了明显增长,1997 年粮食总产达 169.8 万 kg,是治理前的 1.82 倍,平均公顷产粮 3 400 kg,比治理前增加 47.5%,人均产粮达 501.9 kg,比治理前增

表 3 郭罗沟流域坡耕地与梯田土壤理化性质调查

项目	有机质/%	全氮/%	全磷/%	全钾/%	容重/(g·cm ³)	孔隙度/%
耕地	0.117~ 0.86	0.026~ 0.064	0.121~ 0.153	< 2	1.2	49
梯田	0.27~ 1.11	0.13~ 0.26	0.162~ 0.17	> 2	1.1	51

表 4 郭罗沟流域土地利用结构调整表

项 目		农地	林地	草地	荒地	非生产用地	合计
治理前	面积/hm ²	666 67	246 41	52 51	204 65	209 76	1380
	占总面积/%	48 3	17 9	3 8	14 8	15 2	100
治理后	面积/hm ²	545 38	493 94	115 39	12 77	212 52	1380
	占总面积/%	39 52	35 79	8 36	0 93	15 4	100
增减/hm ²		- 121. 29	247. 53	62 88	- 191. 88	2 76	0

1.4 拦沙效益

通过多年的治理,水土流失面积由 6 0 km² 降至 0.8 km²,土壤年平均侵蚀模数由治理前的 5 184.2 t/km² 减少到 1 380 t/km²,每年可减少土壤侵蚀量 30 001 t(见表 6)。

表 5 郭罗沟流域水土保持效益调查

措施	数量	单位净增产/kg	净增总数/万 kg	单价/元	金额/元
梯田/hm ²	480.53	920	44.21	0.80	35.37
水保林/hm ²	398.4	975	38.84	0.10	3.88
经济林/hm ²	30.81	2100	6.47	1.00	6.47
果园/hm ²	64.73	6000	38.84	1.00	38.84
人工种草/hm ²	115.39	1050	12.12	0.10	1.21
节材炉灶/户	236	600	14.16	0.10	1.42
合计					87.19

加 11.2%。从而解决了流域内群众的基本口粮问题,为区域内农村经济发展奠定了基础。

1.2 蓄水保土效益

通过坡面和沟道工程的综合配置,林地、梯田、谷坊等工程层层设防、节节拦蓄,有效控制了水土流失,林草覆盖率和土地利用率先分别提高到 44.2% 和 83.6%,流域内微地形发生改变,形成了较为完整的群体防护体系,土层增厚,枯枝落叶增多,土壤理化性能得到明显改善(见表 3),拦蓄和调蓄径流能力极大提高,1996 年,当地大旱,平均降水仅为 321.8 mm,是正常年份的 53%,但流域粮食总仍高达 160 万 kg,比治理前增产 66.19 万 kg,其根本原因是坡改梯工程改变了坡长,增加了土层厚度,提高了土壤保墒、保肥及抗旱能力,有效控制了水土流失。据流域监测组的调查,坡改梯后土层增厚 40~ 60 cm,土壤养分提高 2~ 3 倍,土壤孔隙度增加 4.7%,田间持水量提高 13.6%,土壤含水量增加 10.5%,对比计算知流域内蓄水、保土效益分别达 52% 和 73%。

1.3 经济效益

经过综合治理,合理调整了流域内土地利用结构,使农林、牧用地比例由治理前的 12.7:4.7:1 调整为 4.7:4.3:1,结构趋于合理(见表 4)。农业生产总值达 484.4 万元,比 1989 年增长 237.2%,人均纯收入上升到 1 002 元,比 1989 年增长 263%。根据各项治理措施的增产、增收情况估算,所得水土保持效益为 87.19 万元(见表 5),占 1997 年总收入的 18%。

表 3 郭罗沟流域坡耕地与梯田土壤理化性质调查

项目	有机质/%	全氮/%	全磷/%	全钾/%	容重/(g·cm ³)	孔隙度/%
耕地	0.117~ 0.86	0.026~ 0.064	0.121~ 0.153	< 2	1.2	49
梯田	0.27~ 1.11	0.13~ 0.26	0.162~ 0.17	> 2	1.1	51

表 4 郭罗沟流域土地利用结构调整表

项 目		农地	林地	草地	荒地	非生产用地	合计
治理前	面积/hm ²	666 67	246 41	52 51	204 65	209 76	1380
	占总面积/%	48 3	17 9	3 8	14 8	15 2	100
治理后	面积/hm ²	545 38	493 94	115 39	12 77	212 52	1380
	占总面积/%	39 52	35 79	8 36	0 93	15 4	100
增减/hm ²		- 121. 29	247. 53	62 88	- 191. 88	2 76	0

2 远期效益

2.1 水土保持工程投资

郭罗沟流域综合治理投资分为国家补助、地方匹配、投劳折资三部分。投工按各类工程平均用工量推算,工值按流域内人工标准额 8.00 元/d 计算;材料费按各项工程平均材料量计算。则治理总投资为 500.16 万元(见表 7)。

2.2 水保工程年运行费

为了保证水保工程能正常运行,对水保工程每年进行维护管理,依据《水利经济计算规范》(SD 139- 85),按总投资的 3% 计算年运行费,则年运行费为:

$$K = W \times 3\% = 500.16 \times 3\% = 15.00 \text{ (万元)}$$

式中:K——水保工程年运行费;W——水土保持工程投资。

表 6 郭罗沟流域水土保持拦沙效益调查

项 目		治理前	治理后	增 减
无明显流失面积	面积/km ²	7.8	13.0	5.2
	面积/km ²	1.6	0.8	- 0.8
轻度	侵蚀模数/(t·km ⁻²)	1380	1380	0
	侵蚀量/t	2205	1104	- 1101
	面积/km ²	2.1	0	- 2.1
中度	侵蚀模数/(t·km ⁻²)	5000	5000	0
	侵蚀量/t	10500	0	- 10500
	面积/km ²	2.3	0	- 2.3
强度	侵蚀模数/(t·km ⁻²)	8000	8000	0
	侵蚀量/t	18400	0	- 18400
	流失面积/km ²	6.0	0.8	- 5.2
合计	侵蚀量/t	31105	1104	- 30001
	流失面积占总面积/%	43.48	5.8	

2.3 水土保持效益估算

郭罗沟流域的效益计算是根据 1997 年底各项治理措施

的实际增产增收平均数计算的。水保工程年净效益 B 为 87.19 万元(见表 5)。减沙效益主要有: 治理水土流失面积 5.2 km²。年平均减沙 21 429 m³($\gamma=1.4$ t/m³)。按修坝每 1 m³ 蓄水折资 0.3 元计算, 则减沙效益为 0.64 万元, 年总效益为 87.83 万元。

2.4 经济分析

该工程由于水保效益周期长, 见效慢, 根据《水利经济计算规范》(SD 139-85), 计算年限采取 15 年, 年利率取 6%, 基准点取 1997 年初值, 则投资 (W) 500.16 万元, 年运行费 (K) 15.00 万元, 年效益 B 为 87.19 万元, 复利系数 (P/A)¹⁵ 6% 为 9.712, 据此算知投资现值 W 为 500.16 万元, 总效益现值 B 为 846.79 万元, 运行费现值 K 为 145.68 万元。

表 7 郭罗沟流域水土保持投资计算

措施	数量	单位材料费 /元	单位投工 /工日	单位投工折资 /元	单位投资小计 /元	总造价 /万元
梯田/hm ²	480.53	0	900	7200	7200	345.98
水保林/hm ²	398.4	990	120	720	1710	68.13
经济林/hm ²	30.81	2100	300	2400	4500	13.86
果园/hm ²	64.73	2100	450	3600	5700	36.9
人工种草/hm ²	115.39	420	75	600	1020	11.77
谷坊/道	170	0	10	80	80	1.36
涝池/个	23	0	40	320	320	0.74
淤地坝/座	5	0	500	4000	4000	2.00
集雨水窖/眼	102	775	71	568	1343	16.12
节材炉灶/户	236	20	15	120	140	3.30
合计						500.16

2.4.1 效益费用比(R)

$$R = B / (W + K) = 846.79 \div (500.16 + 145.68) = 1.3$$

2.4.2 净效益(C)

总净效益: $C = B - W - K = 200.95$ (万元)

年净效益: $C = C \times (A/P)^{15} 6\% = 20.69$

2.4.3 投资回收年限(T)

静态: $TS = W / (B - K) = 6.9(a)$

动态: $T_M = - \ln[1 - W \times i / (B - K)] \div \ln(1 + i) = 9.1(a)$

2.4.4 内部回收率(I)

通过设定不同利率计算, 试算内部回收率(见表 8), 内部回收率为:

$$I = r_2(i_1 - i_2) / (r_2 - r_1) + i_2 = 12.5\%$$

表 8 郭罗沟流域综合治理内部回收率计算表

年份	净效益 ($B - W - K$)	$i_1 = 8\%$		$i_2 = 15\%$	
		复利系数	现值 r_1	复利系数	现值 r_2
1997	- 427.97	1.0	- 427.97	1.0	- 427.97
1998	72.19	7.6335	551.06	4.9778	359.35
.....
.....
2011	72.19				
合计			123.09		- 68.62

2.5 综合经济分析评价

从经济效益计算成果可以看出, 郭罗沟流域治理效益费用比为 1.3(大于 1), 年净效益为 20.69 万元(大于 0), 投资回收年限为 6.9 a~ 9.1 a(小于 12 a), 内部回收率 12.5%(大于 7%), 均符合规范标准。通过计算表明: 郭罗沟流域综

合治理在经济上是合理可行, 治理成效是显著的; 也表明该流域治理措施的布局、配置方面是合理的。此外, 流域内生态环境、小气候等方面还有间接效益和社会效益。因此, 无论从那个方面看, 小流域综合治理都是费省效宏、功在当代、利在千秋的伟业。