

## 黄土高原水土保持世界银行贷款项目实施的生态效益分析\*

康玲玲 王云 王云璋 魏义长

(黄河水利委员会黄河水利科学研究院 郑州 450003) (中国科学院沈阳应用生态研究所 沈阳 110016)

**摘要** 对黄土高原水土保持世界银行贷款项目实施的生态效益分析结果表明,实施水土保持措施后改善了试区土壤理化性质,提高土壤肥力和林草植被盖度,改善了局地气候,减少了自然灾害,促进生物多样性的恢复和保护。

**关键词** 黄土高原 水土保持 植被覆盖度 生态效益

**Preliminary opinions on ecological benefits of eco-environment construction of soil and water conservation on the Loess Plateau.** KANG Ling-Ling, WANG Yun, WANG Yun-Zhang(Institute of Hydraulic Research, Yellow River Conservancy Commission, Zhengzhou 450003), WEI Yi-Chang(Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016), *CJEA*, 2004, 12(4):198~200

**Abstract** The ecological benefits by applying World Bank's Loan Project of soil and water conservation in the Loess Plateau were analyzed. The results show that the soil physical and chemical properties are improved, the soil fertility and the local grass and forest coverage are increased, at the same time, the local climate is improved, the natural disasters are decreased and the recovery and protection of biodiversities are promoted.

**Key words** Loess Plateau, Soil and water conservation, Vegetation coverage, Ecological benefit

### 1 项目实施概况

黄土高原水土保持世界银行贷款项目为目前我国政府利用外资进行水土保持综合治理大型项目之一,该项目第1期总投资21.645亿人民币,其中向世界银行贷款1.500亿美元,国内匹配资金8.600亿人民币。该项目区包括黄河中游水土流失严重的山西省蔚汾河、昕水河与河曲县、保德县和偏关县,内蒙古自治区罕台川、哈拉川与呼斯太河,陕西省延河、佳芦河和甘肃省马莲河等9条支流,涉及7个地区(盟)21个县(旗),总面积1.6068万km<sup>2</sup>。该项目实施期间始终贯彻以土地资源为依托,以退耕还林还草为突破口的方针,坚持以效益为中心,治理与开发有机结合,因地制宜,合理布局各项措施,并以基本农田、林草植被和治沟骨干工程为主要措施,实施以小流域为单元的综合治理,初步建立了以梯田为主的工程防护体系和以乔灌草混合为主的生物防护体系,发展了以干鲜果品为主的经济林体系,为有效减少入黄泥沙和水土流失、改善当地生态环境和促进区域经济可持续发展发挥了重要作用。该项目于1994年开始实施,截至2001年底累计完成各项治理面积42.2万hm<sup>2</sup>,其中建设水平梯田6.1万hm<sup>2</sup>、坝地和水地1.3万hm<sup>2</sup>、水保林20.2万hm<sup>2</sup>和经济林5.5万hm<sup>2</sup>及人工种草9.1万hm<sup>2</sup>,建成治沟骨干坝123座和淤地坝1023座,使该区水土流失基本得到控制,林草植被覆盖度由原来的11.4%增至27.3%,治理度由原来的21.3%提高到51.5%。

### 2 生态效益分析

#### 2.1 改善土壤理化性质,提高土壤肥力

该区实施黄土高原水土保持世界银行贷款项目后生态效益显著,改善了土壤理化性质和提高土壤肥力。一是增加土壤含水量,该项目实施的坡面工程措施均通过改变地形而缩短径流线和减小径流量,增强降水就地拦蓄和入渗作用,使土壤含水量增加。陕西省延安市水土保持研究所于1998年对延河项目区向阳沟流域坡改梯田后耕层土壤含水量监测结果表明,水平梯田比坡耕地土壤含水量有较大幅度增加,尤其是5~9月份表现更明显,6月和9月份土壤含水量为坡耕地的1.4倍,这主要是因前期气候较干燥,进入夏季降水量明显增多,为后期土壤含水量增加提供了条件,且该期植物生长旺盛,植被覆盖度较大,减少了地面蒸发,致使土壤含水量增率相应提高。据伊传逊<sup>[1]</sup>连续3年测定结果表明,隔坡梯田1m土层平均土壤含水量较坡

\*国家自然科学基金委员会和水利部黄河水利委员会黄河联合研究基金重点项目(50239080)资助

收稿日期:2003-05-07 改回日期:2003-06-19

耕地提高 3.3%~12.2%,与上述研究结果基本一致。穆兴民<sup>[2]</sup>对反坡梯田、鱼鳞坑、水平阶和水平沟等不同造林种草整地方式土壤含水量对比研究结果表明,几种整地方式土壤含水量均高于普通挖穴整地。二是降低土壤容重,增大土壤孔隙度,改善了土壤结构。内蒙古自治区伊克昭盟风沙区自实施该项目以来土壤容重和孔隙度有较大变化,仅 2000 年梯田和坝地土壤容重较坡耕地分别降低 2.8%和 5.6%,乔木林、灌木林与人工种草较荒坡地分别降低 6.4%、6.4%和 9.2%(见表 1)。由表 1 还知农耕地中以沟坝地、林草地中以

表 1 内蒙古自治区伊克昭盟风沙区土壤容重与孔隙度变化

Tab.1 The monitoring results of soil bulk density and porosity in Yikezhaozhong sand areas of Mongolia

措施 Measures	1998 年 Year 1998		2000 年 Year 2000		土壤容重递减率/% Declining rate of soil bulk density	孔隙度递增率/% Incremental rate of porosity	水保措施影响量/% Influence quantity	
	土壤容重/ $t \cdot m^{-3}$ Soil bulk density	孔隙度/% Porosity	土壤容重/ $t \cdot m^{-3}$ Soil bulk density	孔隙度/% Porosity			土壤容重 Soil bulk density	孔隙度 Porosity
	坡耕地	1.43	42.8	1.42			43.7	0.7
梯田	1.40	46.4	1.38	47.9	1.4	1.5	-0.7	0.6
坝地	1.39	47.5	1.34	49.6	3.6	2.1	-2.9	1.2
荒坡地	1.42	43.0	1.41	43.6	0.7	0.6	-	-
乔木林	1.42	45.0	1.32	50.0	7.0	5.0	-6.3	4.4
灌木林	1.39	47.1	1.32	50.6	5.0	3.5	-4.3	2.9
人工种草	1.38	46.5	1.28	51.7	7.2	5.2	-6.5	4.6

人工种草效应最明显,其水保措施对土壤容重和孔隙度的影响量分别达 -2.9%、1.2%和 -6.5%、4.6%,表明实施水土保持措施可有效降低土壤容重,提高土壤孔隙度,改善土壤结构,对提高土地生产力具有良好作用。三是增加了土壤养分含量,提高土壤肥力。近年实践和研究表明,基本农田建设、植树造林和退耕还林(草)工程措施均使土壤养分含量有所增加,土壤肥力得到恢复和提高。陕西省延安市水土保持研究所对延河项目区向阳沟流域实施 6 种措施土壤的全 N、全 P、全 K 和有机质监测结果表明,坡耕地和荒坡地土壤养分含量基本未发生变化,而实施水平梯田、水地、经济林、乔木林和灌木林及人工种草 6 种工程措施后土壤养分含量则呈递增趋势,这是由于整修梯田后改变了微地形,控制水土流失并拦蓄了径流泥沙,使土壤含水量增加,保持土壤肥力,并改善了土壤团粒结构和微生物生存环境,有利于土壤有机质和全 N 积累,梯田土壤全 N 含量 2000 年较 1996 年约增加 1 倍(见图 1),其他工程措施土壤全 N 含量提高 38%~80%。

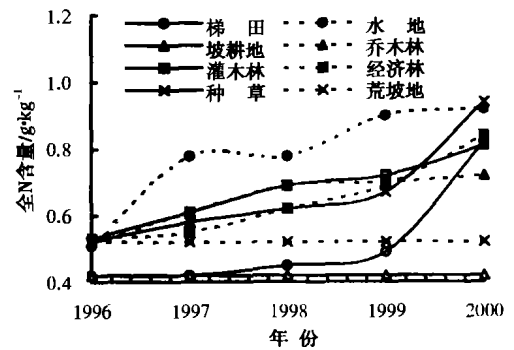


图 1 延河项目区土壤全 N 含量变化

Fig.1 Soil total N in Yanhe project region

2.2 提高林草植被覆盖度,恢复和保护生物多样性

该项目的实施提高了林草植被覆盖度,恢复和保护了生物多样性。全项目区各流域(片)8 年累计实施林草措施面积达 34.87 万  $hm^2$ ,占项目区总面积的 21.7%<sup>[3]</sup>,其中以灌木林面积最大,达 12.04 万  $hm^2$ ,占林草总面积的 34.5%;其次为人工种草和乔木林,分别占 26.1%和 23.6%;经济林面积最小,仅占 15.8%。表 2 表明该项目区除蔚汾河植被覆盖度 <13.0% 外,其余均 >23.0%,其中内蒙古自治区伊克昭盟植被覆盖度

表 2 世界银行贷款项目区各流域(片)植被覆盖度变化(2001)

Tab.2 The change of vegetation coverage on all watersheds of the World Bank's Loan projects regions in 2001

流域 Watersheds	流域面积/万 $km^2$ Valley areas	原植被覆盖度 <sup>[4]</sup> / % Primary vegetation coverage	新增林草有效面积*/万 $hm^2$ Effective area of newly addition	新增植被覆盖度/% Vegetation coverage of newly addition	总植被覆盖度/% Total vegetation coverage
昕水河	0.26958	17.0	1.6647	6.2	23.2
蔚汾河	0.08691	7.7	0.4454	5.1	12.8
河曲县、保德 县与偏关县	0.19958	15.3	1.6257	8.1	23.4
伊克昭盟	0.23693	19.0	7.7908	32.9	51.9
延河	0.30340	11.9	5.4967	18.1	30.0
佳芦河	0.08000	11.2	1.5189	19.0	30.2
马莲河	0.43040	7.7	7.0543	16.4	24.1
全项目区	1.60680	11.4	25.5965	15.9	27.3

\* 有效面积即指郁闭度  $\geq 20\%$  的林草面积。

由原来的 19% 提高到 51.9%, 居项目区之首; 其次为延河和佳芦河, 植被覆盖度均达 30.0%。全项目区林草植被覆盖度由原来的 11.4% 提高到 27.3%, 按照 Braun-Blanguet 的覆盖度等级评价标准评价属较好等级。全项目区实施大规模水土保持工程措施, 尤其是大面积造林种草(或封禁)有效保护了生态系统多样性, 进而对生物物种和遗传多样性产生重要影响。如林草生态系统的建设, 因林地多层次结构特点及其涵养水分和提高土壤肥力的作用, 为植物多样性提供了良好的发展条件, 而郁闭林草所形成的隐蔽和挡风遮雨环境, 适宜温度和湿度, 密集林冠树穴、树根隧道和草丛又为动物栖居与繁衍提供了良好场所, 且植物多样性为动物生存提供了丰富食料。据对部分项目区林草地调查表明, 5 年以上林草地已栖息许多野鸽、野兔、山鸡、刺猬和松鼠等, 甚至多年绝迹的狼和野猪等也在内蒙古、陕西和甘肃等省(区)一些小流域开始出现。

### 2.3 改善局地小气候

该项目实施后改善了局地小气候, 消除大范围气候变化影响后除个别监测站外, 大部分测站呈现夏半年气温下降、冬半年气温升高和年较差值减小的特征, 平均冬半年升温 0.5℃、夏半年降温 0.3℃(见表 3), 伴随林草生长发育及水资源拦蓄工程措施的巩固和扩展, 其气温效应变幅将更大。温度效应表现在极端气温方面更为明显。据对甘肃省马莲河项目区庆阳县、宁县监测站和参证站西峰镇 1985~2000 年 5~9 月份 153d 逐日最高气温的对比分析表明, 1994 年以来因受大范围气候增暖的影响, 该项目区内外平均极端最高气温呈不同程度上升, 参证站西峰镇平均极端最高气温升高 0.7℃, 而监测站则平均升高 0.2℃, 受各工程措施的影响, 项目区平均极端最高气温相对降低 0.5℃左右, 其原因是伴随水保措施的实施, 使拦蓄、截留的雨水和径流量大幅增加, 土壤含水量和空气湿度加大, 林草植被反射率降低, 下垫面粗糙度提高, 风速减小, 林草和作物蒸腾作用强、耗热大等因素所致。据对内蒙古自治区准格尔旗营盘小气候监测站和参证站(呼和浩特、包头、榆林)1997~2000 年 7~10 月份逐日最低气温值对比分析表明, 近 4 年平均最低气温逐渐升高, 项目区 4 年平均最低气温升温差值明显大于同期参证站水平, 若以后者近似作为大范围气候变化对项目区监测站最低气温的影响量并加以消除, 则因实施项目工程措施所致最低气温的升幅为 1~2℃, 而最低气温升高原因则主要是由于项目区内各种形式水体和生物量增加, 白天甚至暖季储存的热量在后期释放的缘故所致。据对内蒙古自治区准格尔旗营盘监测站 1997 年、1999 年和 2000 年 6~10 月份逐日平均相对湿度观测统计表明, 1999~2000 年 2 年降水量虽较 1997 年减少 16% 以上, 但因项目区林草拦截雨水, 库坝塘和大面积梯田拦蓄径流量的增加, 使土壤含水量较实施前显著增多, 进而加大陆地和水面的蒸发及林草和作物的蒸腾, 使其相对湿度稳定提高 4%~9%, 这与有关研究的结论基本一致。

表 3 部分小气候监测站冬、夏半年平均气温及其变化\*

Tab.3 The average temperatures and its changes in the half years of winter and summer at part microclimate stations

监测站(区) Monitoring stations (regions)	夏半年平均气温/℃ Temperature in summer				冬半年平均气温/℃ Temperature in winter			
	实施前	实施后	差值	变化量	实施前	实施后	差值	变化量
	Before implement	After implement	Difference	Variance	Before implement	After implement	Difference	Variance
达拉特旗	17.56	17.78	+0.22	-0.57	-3.19	-2.62	+0.57	+0.18
宁县	11.49	11.76	+0.27	-0.52	-0.90	-0.08	+0.82	+0.43
兴县	18.09	18.86	+0.77	-0.02	-0.18	+0.15	+0.33	-0.06
隰县	17.81	18.64	+0.83	+0.04	-0.42	+1.39	+1.81	+1.42
平均	16.24	16.76	+0.52	-0.27	-1.17	-0.29	+0.88	+0.49
参证站	14.51	15.30	+0.79		1.02	1.41	+0.39	

\* 参证站指包头、天水、太原、榆林、延安、西峰、中宁和临汾 8 站平均值; 项目实施前指 1991~1994 年, 实施后指 1995~2000 年统计特征值; 冬半年为头年 11 月份至翌年 4 月份, 夏半年为 5~10 月份。

### 参 考 文 献

- 1 伊传逊. 隔坡梯田效益研究. 中国水土保持, 1984 (6): 16~17
- 2 穆兴民, 徐学选等. 黄土高原生态水文研究 91~93. 北京: 中国林业出版社, 2001
- 3 康玲玲, 王云璋等. 黄土高原水土保持世行贷款项目实施后的林草植被覆盖度变化. 水土保持学报, 2000, 16(5): 76~78
- 4 黄土高原水土保持世界银行贷款项目办公室. 黄土高原水土保持世界银行贷款项目可行性研究. 郑州: 黄河水利出版社, 1997