

水土保持措施蓄水拦沙指标在三川河流域的应用

康玲玲¹, 李莉¹, 刘立斌², 王云璋¹, 陈江南¹, 戴明英¹, 曾茂林¹

(1. 黄河水利委员会黄河水利科学研究院, 郑州 450003; 2. 黄河水利委员会, 郑州 450003)

摘要: 应用三川河流域所对应的不同降水条件、不同措施质量等级的水土保持蓄水拦沙指标, 计算分析了流域的水土保持蓄水拦沙效益。结果表明, 70年代以来三川河流域水土保持措施蓄水拦沙效益较为显著。尤其是80、90年代, 其拦沙效益平均较70年代提高20%以上, 而80、90年代的蓄水效益分别较70年代增大1倍和3倍左右。并且与以往研究成果相比, 本次计算的水土保持蓄水拦沙效益结果还是相对比较合理的。

关键词: 蓄水拦沙指标; 水土保持措施; 蓄水拦沙效益; 三川河流域

中图分类号: S 157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)06-0086-03

Application of Index Systems on Water Storage and Silt Detention of Soil and Water Conservation in Sanchuanhe Basin

KANG Ling-ling¹, LI Li¹, LIU Li-bin², WANG Yun-zhang¹,
CHEN Jiang-nan¹, DAI Ming-ying¹, ZENG Mao-lin¹

(1. Institute of Hydraulic Research, Yellow River Conservancy Committee, Zhengzhou 450003, China;
2. Yellow River Conservancy Committee, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Applying the index of water storage and silt detention for the different grade terrace on condition of the different precipitation in Sanchuanhe Basin, the benefits of runoff storage and silt detention in every decade since 1970s were calculated. The results showed that they were quite obvious, especially the benefits in 1980s and 1990s of silt detention increased by 20% than 1970s, the benefits in 1980s and 1990s of runoff storage increased by one time and three times respectively than 1970s. Comparing with previous results, the benefits of runoff storage and silt detention of soil and water conservation were reasonable relatively in this calculation.

Key words: index of water storage and silt detention; measures of soil and water conservation; benefit of runoff storage and silt detention; Sanchuanhe basin

在以往的水土保持效益计算中, 对于不同项目的研究成果, 甚至相同作者对于不同流域, 或者是同一作者在不同时期所采用蓄水拦沙指标的形式和量值都存在较大差异, 从而一定程度上影响了效益评价结果的公正、客观和可比性^[1-6]。因此, 有必要对以往研究成果进行全面的分析总结, 建立一套能客观、定量反映水土保持措施蓄水拦沙效益、且具有可操作性的评价指标体系。

为了检验所建立的不同降水条件、不同措施质量等级的水土保持措施蓄水拦沙指标的合理性和区域适应性, 并进一步校核部分典型流域水土保持蓄水拦沙效益的计算成果。本文选定在三川河流域进行试用。同时, 有关的计算结果还与以往研究成果中的相应数据进行了对比分析。

1 三川河流域简介

三川河流域位于黄河中游河口镇至龙门区间的中部, 属于山西省吕梁地区。流域有北川、东川和南川3条支流, 南北跨中阳、柳林、离石、方山4县, 全长176.4 km, 面积4 161 km²。

流域处于黄河流域陕甘晋半干旱区的北部^[7], 具有明显的大陆性气候特征: 春季干燥多风降雨少, 夏季炎热雨量集中, 秋季凉爽气候宜人, 冬季寒冷少雨雪。据至1999年部分代表站资料统计, 流域多年平均降水量为502.7 mm, 其中6~9月达367.7 mm, 占到全年降水量的73.1%。且汛期降水较多以大雨、暴雨形式出现, 易形成洪水, 并产生大量泥沙。

流域内土壤侵蚀类型主要有黄土丘陵强烈侵蚀区和土石山轻度侵蚀区, 其面积各接近一半, 前者略多于后者, 分别占总面积的49.7%和46.6%; 其区域平均侵蚀模数分别为1~2万t/(km²·a)和1 485 t/(km²·a), 其余的是河川区, 面积仅154 km², 侵蚀模数为800 t/(km²·a)。

2 三川河流域水土保持治理概况

三川河流域与其他山区一样, 一方面, 随着人口增长, 当地群众为了生存和发展, 持续地进行着砍伐林木, 开垦种植, 以及开矿修路, 加速水土流失的活动; 另一方面, 长期以来, 当地政府和群众以提高农牧业单产、改善生态环境为目标的

* 收稿日期: 2004-11-01

基金项目: 治黄专项基金(项目编号: 2002Z03); 国家自然科学基金委员会、水利部黄河水利委员会黄河联合研究基金项目(50239080); 黄河水利委员会水土保持第三期科研基金(2000-03-02)

作者简介: 康玲玲(1966-), 女, 河南巩义人, 硕士, 高级工程师, 主要从事水土保持、生态环境和土壤等方面的分析研究工作, 发表论文30余篇, 研究成果获省部级科技进步奖3项。

水土保持综合治理。资料反映,该流域较系统的水土保持工作开始于50年代。1982年起又被列为国家八片重点之一的水土保持治理区。

为了客观地了解流域措施量的变化情况,下面根据该流域被列为全国重点治理区之后,经国家组织正式验收的1983~1997年统计数字和近年的统计年报,以及修正后的1983年前的相关资料,并结合近4年实际调查数据加以调整,统计列出了该流域的水土保持措施治理面积(表1)。

表1 三川河流域水土保持治理面积 万hm²

年份	梯田	造林	种草	坝地	小计
1959	0.129	0.048	0.015	0.016	0.047
1969	0.503	0.108	0.045	0.034	0.160
1979	1.516	1.790	0.140	0.140	0.891
1989	2.022	8.227	0.638	0.295	2.817
1996	3.492	20.312	1.180	0.380	6.410
2000	3.805				

3 各年代水土保持蓄水拦沙量的计算

3.1 各项措施保存面积的确定

流域措施保存面积是蓄水拦沙效益计算的基础,但由于获得的措施面积乃是统计数字,因此首先必须确定流域水土保持措施在各个年代的保存率。鉴于冉大川等^[8]通过对河龙区间主要支流的实地调查和资料分析、核实,已经获得了包括三川河在内的一套坡面措施保存率数据。而且经过作者对其与其它相关资料的比较和综合分析,认为该保存率(表2)基本符合三川河流域的实际情况,因此就直接进行应用。通过计算,所得三川河流域梯田、林、草和坝地面积的计算结果(表3)与以往多数研究成果基本一致。

表2 三川河流域各年代水保措施保存率 %

年代	梯田	造林	种草	坝地
70	80.9	82.6	25.4	90.1
80	77.7	72.9	27.0	97.9
90	66.7	57.8	25.9	86.1

表3 三川河流域各年代末水土保持措施保存面积比较 万hm²

成果来源	措施	1959年	1969年	1979年	1989年	1996年	2000年
水保基金	梯田	0.234	0.795	1.756	2.075		
	造林	0.121	0.300	0.517	1.967		
	种草	0.019	0.045	0.065	0.126		
	坝地	0.015	0.054	0.132	0.189		
	小计	0.389	1.195	2.470	4.356		
水沙基金	梯田	0.234	0.795	1.302	2.075		
	造林	0.122	0.300	1.792	5.127		
	种草	0.019	0.045	0.065	0.126		
	坝地	0.016	0.054	0.091	0.268		
	小计	0.389	1.195	3.250	7.596		
水沙基金	梯田	0.233	0.807	1.319	2.202	3.336	
	造林	0.133	0.330	1.975	6.390	9.418	
	种草	0.037	0.091	0.129	0.240	0.324	
	坝地	0.029	0.047	0.150	0.295	0.389	
	小计	0.432	1.275	3.573	9.127	13.466	
本次计算结果	梯田	0.105	0.407	1.226	1.571	2.329	2.538
	造林	0.040	0.089	1.478	5.997	10.717	12.027
	种草	0.004	0.012	0.036	0.172	0.252	0.318
	坝地	0.014	0.030	0.126	0.289	0.318	0.334
	小计	0.166	0.585	3.136	8.567	14.651	16.510

3.2 各项措施质量等级的确定

按照指标体系应用的要求,计算坡面措施蓄水拦沙效益必须根据相应措施的质量等级分别进行。为此,对流域各个时期的坡面措施质量进行调查和对比分析,同时对以往研究成果中所列的质量等级资料进行相互比较和合理性分析,最终发

现“八五”攻关、水沙基金第二期和水保基金项目研究成果中所列等级相对符合三川河的实际状况。于是,以其作为参考,并根据各年代间不同措施质量的变化情况,对其中部分措施等级进行插补或修正,最后得到如表4所列各种坡面措施对应于不同年代所属质量等级的面积比例。

表4 各项坡面措施不同质量等级面积所占比例统计表 %

措施	等级	50~60年代	70年代	80年代	90年代
梯田	1	4	23	20	16
	2	64	35	36	44
	3	32	42	44	40
造林	1	23	21	31	29
	2	28	32	26	29
	3	49	47	42	42
草地	1	41	15	19	18
	2	38	41	41	30
	3	21	44	40	52

3.3 蓄水拦沙指标的选用

三川河流域属黄土丘陵沟壑区第一副区,并对照该副区所划分的两个亚区,属亚区二(年降水量450mm);因此进行蓄水拦沙效益计算时,选用丘一区亚区二的不同降水条件、不同质量等级的蓄水拦沙指标值(表5)。

表5 三川河流域的蓄水拦沙指标

措施	质量等级	蓄水指标/(m ³ ·hm ⁻²)			拦沙指标/(t·hm ⁻²)		
		丰水年	平水年	枯水年	丰水年	平水年	枯水年
梯田	1	280	190	140	170	120	90
	2	320	160	115	140	100	75
	3	280	130	90	115	80	60
造林	1	350	250	110	110	90	50
	2	330	230	76	96	68	37
	3	260	160	55	60	45	30
种草	1	260	210	100	100	80	45
	2	220	180	65	96	62	36
	3	160	120	45	55	40	25

3.4 蓄水拦沙量的计算

根据该流域水土保持措施的保存面积,按照降水的丰、平、枯情况和措施的质量等级,利用上述指标,计算出流域各年代的蓄水拦沙量(表6)。

表6 三川河流域水土保持措施的蓄水拦沙量

项目	50,60年代	70年代	80年代	90年代	
蓄水量 / 万m ³	梯田	32.3	158.7	168	243.1
	造林	38.6	197.9	642.2	1068.6
	种草	7.3	12.7	17.4	28.6
	坝地	-	-	-	-
	小计	78.2	369.3	827.6	1340.3
天然径流量 / 万m ³	13260	10585	10831	9856	
蓄水效益 / %	0.59	3.5	7.6	13.6	
拦沙量 / 万t	梯田	20.1	100.5	107.9	157.5
	造林	8.8	45.0	139.3	244.5
	种草	4.3	6.7	10.4	15.8
	坝地	85.0	576.0	1003.0	366
	小计	118.2	728.2	1260.6	783.8
天然沙量 / 万t	3194.7	2739.3	2040.7	1834.6	
拦沙效益 / %	3.7	26.6	61.8	42.7	

注:本表中的汛期天然水、沙量分别由文献[9]和文献[10]中天然水、沙量计算公式计算获得。

由表6可以看出,70年代以来三川河流域水土保持措施蓄水拦沙效益较为显著。尤其是80、90年代,其拦沙效益平均较70年代提高20%以上,而80、90年代的蓄水效益分别较70年代增大1倍和3倍左右,这与前述水土保持工程措施量的增长幅度基本一致。

4 与已有研究成果的对比与分析

为了便于对各项研究成果中有关三川河流域水土保持措施年均蓄水拦沙量进行对比分析,表7给出了包括本次计算成果在内的所有结果,同时将60~80年代除“八五”攻关成果外的蓄水拦沙总量也一并列出。

由表结合资料分析,大体可以得到以下几点看法:

(1) 从各项成果(除“八五”攻关成果)60~80年代的蓄水总量来看,尽管本次计算中尚未考虑淤地坝的蓄水量(在

以往成果中可占到蓄水总量的36%~76%),各所有成果中以水保基金最小,而以水沙基金为最大,本成果居中;若以各项的平均情况来看考虑淤地坝的蓄水作用(上述四项成果的淤地坝平均蓄水量达26 567万m³),则其值还要增加,很可能接近水沙基金的值,或者是再大一些,正处于水保、水沙基金与水沙基金的量值之间。这正是本专题在确定蓄水指标时充分考虑评价流域的实际情况,对于指标值进行了合理性分析,并与水文法计算结果进行比较和校核,说明本工作所确定的指标体系较为合理。

表7 三川河流域各成果水保法蓄水拦沙量计算结果表

时段	成果来源	减水量/万m ³					减沙量/万t					备注
		梯田	造林	种草	坝地	小计	梯田	造林	种草	坝地	小计	
60年代	水保基金	32	14.8	3	46	95.8	16.4	6.5	2.3	60.3	85.5	1957~1969
	水沙基金	106.8	20.6	9.1	116	252.5	16.6	7.3	2.2	153.6	179.7	1960~1969
	水沙基金 串	151.3	31.4	6.3	327.8	516.8	42.4	8.9	1.8	116.9	170	1959~1969
	水沙基金 并	123.2	37.7	8.8	327.8	497.5	48	12.8	6	116.9	183.7	1959~1969
	本次计算	32.3	38.6	7.3	204.4	78.2	20.1	8.8	4.3	85	118.2	1955~1969
70年代	水保基金	89.5	25.1	4.6	87.9	207.1	46.2	11.6	3.8	124.8	186.4	
	水沙基金	217.8	102.6	15.6	241	577	33.6	36.2	3.8	172.9	246.5	
	水沙基金 串	226	148.8	6.3	1834	2215	66.1	43.5	1.9	641.1	752.6	
	水沙基金 并	213.3	177.1	7	1834	2231	67.2	118.4	5.2	641.1	831.9	
	本次计算	158.7	197.9	12.7	999.2	418.5	100.4	45	6.7	576	728.1	
80年代	水保基金	115	73.2	6.5	67.2	261.9	65.6	38.5	6	74	184.1	
	水沙基金	359.5	372.8	26	561	1319.3	53	131.4	6.3	773.5	964.2	
	“八五”攻关	227	569	21	600	1417	99.7	114.2	12.3	800	1026.2	
	水沙基金 串	384.6	621.1	13.3	2592	3611	112	184	3.9	896.2	1196.1	
	水沙基金 并	276.6	610.4	12	2592	3491	80.8	169.6	7.5	896.2	1154.1	
	本次计算	168	642.2	17.4	1282	918.7	107.9	139.3	10.4	1003	1260.6	
90年代	水沙基金 串	334.3	969.5	13.7	2389	3706.5	102	297	4.2	826.6	1229.8	1990~1996
	水沙基金 并	460.2	1195.7	17.6	2389	4062.5	145.8	363.6	11.5	826.6	1347.5	1990~1996
	本次计算	243.1	1068.6	28.6	23890	1541.8	157.5	244.5	15.8	366	783.8	1990~2000
60~80年代	水保基金	2365	1131	141	2011	5648	1282	566	121	2591	4560	
	水沙基金	6841	4960	507	9180	21488	1032	1749	123	11000	13904	
	水沙基金 串	7619	8013	259	47538	63428	2205	2364	76	16542	21187	
	水沙基金 并	6131	8252	278	47538	62195	1960	3008	187	16542	21697	
	本次计算	3590	8787	374	26567	14148	2284	1931	214	16640	21069	

注:(1)表中除60~80年代为蓄水拦沙总量外,其余均为年代平均的年蓄水拦沙量;(2)“ ”表示以上几项成果的平均值。

(2) 对于60~80年代的拦沙总量,本成果处于上述四项成果的平均值附近,介于水保基金与其他三项成果的拦沙总量之间,无疑同蓄水总量一样由于确定拦沙指标时采取了相应的合理措施,从而使得计算结果较为合理。

(3) 60、70年代的情况比较相近,而且与其他成果相比,不论是蓄水量(若将淤地坝的蓄水量按其他成果的平均值加于考虑)还是拦沙量,其总量均处于中间状态,这一方面与本职工作在分析评价以往成果基础上建立指标体系不无关系,但另一方面也说明本成果的相对合理性。

(4) 80年代的研究成果最多,计算的项目也比较全,因此更适合进行比较分析,由表中数据可以看出:

① 年均蓄水量的情况基本上与60~80年代蓄水总量相同,在本次未考虑淤地坝蓄水情况下,蓄水量较水保基金大,而较其他几项成果小;若以淤地坝平均的蓄水量(1 282万m³)考虑,则本次蓄水量正处于上述几项成果蓄水量的平均状态,说明本成果相对合理。

④ 年均拦沙量总的比其他成果稍偏大,主要是淤地坝的拦沙量较其他成果偏大一些,而且梯田的拦沙量也相对处于较大状态;对照计算过程,梯田在实地调查的基础上,对于措

施的面积、等级及降水条件(即丰、平、枯分等)等方面都进行了较以往研究更为全面的分析,以及具体数据的合理处理,应该说所得计算结果比较合理;而淤地坝拦泥量的计算,则正如前面所指出的,在计算方法较以往研究有较大改进的基础上获得;总之,本次计算的拦沙量结果量值比水沙基金稍大一些,但方法有了较大改进,因此说本结果具有较高的可信度。

(5) 90年代尽管没有较多的其他成果可以比较,但与水沙基金的成果相比,本次计算的蓄水拦沙量均相对偏小些,若按平均情况把淤地坝的蓄水作用考虑进去,则量值较为接近,参考70~80年代的情况,也属正常,因为在所有的研究成果中,水沙基金的计算成果始终处于最高的状态。

综上所述,本次计算的水土保持蓄水拦沙效益结果还是相对比较合理的,所建指标体系可以在相关流域的水土保持蓄水拦沙效益计算评价中加以应用,并在应用中根据与实际情况的差异逐步加以修正和完善。

5 结 语

(1) 根据三川河流域开展水土保持工作的实际情况,以 (下转第214页)

表 2 非园沟基流量变化表

年 代	1954~1964	1965~1974	1975~1988	1989~2000
基流量/(L·s ⁻¹)	28	36	65	78

3.2

坝系水利配套保障体系必须以水资源的合理配置为指导
非园沟流域属黄丘一副区, 气候条件是年降水量 400 ~ 500 mm, 降水的 80% 以暴雨集中在 7、8、9 三个月, 这就要求水资源的配置必须以产定蓄、蓄排结合(不致影响下游), 在时间、空间、坝系部位上谋得资源的合理配套和分配。非园沟示范区坝系沟道水利配套建设设计的总的指导思想是: 充分利用天上水、科学引用地表水、合理开发潜层地下水(主要是人畜饮水)。

3.3

坝系水利配套保障工程设计应立足现状精细设计
非园沟示范区依据以上原则, 在全面调查和科学论证的基础上, 广泛征求各方面的意见后, 经严格的计算进行了沟道坝系水利配套建设的规划设计, 其规划设计指标见表 3。随示范区建设工程的实施, 流域坝系配套的水利保障生态农业体系将初具雏型, 必将为流域经济社会的持续发展开创新局面。

表 3 非园沟沟道坝系水利配套建设指标表

配套工程名称	滚水坝	塘	坝	蓄水池	自流灌溉	提灌工程	集雨工程
建设规模	1 座	9 座	12 座	14920 m	7 处	120 个	

4 结 语

非园沟流域坝系发展是流域科学治理的产物, 是坝系生态农业发展的基础, 高效坝系农业的建设是生态建设的必然要求, 高效坝系农业建设必须有水利保障配套体系的支撑, 水利保障配套体系建设必须以水资源合理配置为指导, 既要充分发挥坝系水资源优势的效能, 又不能穷水富用, 进一步充分利用降水资源, 加大洪水资源化建设, 建立生态农业, 杜绝水污染。

坝系川台化, 农业机械大量进入沟道坝系农业生产, 靠锄头挖种、牛拉犁的黄土高坡时代已一去不复返了。而且坝地面积自 1983 年的 197.3 hm² 到 2001 年的 266.93 hm², 平均每年以 1.7% 的速度增长发展着, 为集约化经营创造了必备条件。

2.3 是流域可持续发展的必然选择

人类三大环境问题之一是水土流失问题, 而水土流失是我国的头号环境问题, 西部发展的首要问题是生态环境问题。非园沟地处黄土高原典型的严重水土流失区, 水土流失的原因除自然条件的特殊性外, 主要是人类破坏植被, 陡坡耕种的加速侵蚀所致。流域经济社会要持续发展, 必须退耕还林还草, 而相应的经济社会发展必须依靠高产优质的坝系土地资源。要剥离依靠坡耕地生存的农民必须注重建设单位产量较坡地高 6 ~ 10 倍的坝地, 并且调整种植结构, 进而使其单位面积产值较坡地高十几甚至几十倍的高效农业系统。

3 坝系高效生态农业系统必须以配套水利保障体系为基础

水是一切生命的物质基础, 坝系生态农业系统是高产出的生命运动系统, 必须依赖水资源保障体系。

3.1 坝系的洪水资源化使水资源的坝系水利化成为可能

水土流失区的小流域沟道是坡面暴雨洪水的必经汇集区, 而且是水土流失洪水灾害最严重的部位, 由于坝系的拦、蓄、分、滞、渗等功能作用, 使为害的洪水变为可利用服务于人类的水资源的资源化成为可能。非园沟流域坝系的建设和发展, 其功能的发挥使非园沟泥不出沟, 并且使洪水资源化, 除沟道配套的塘库蓄水外, 增加了下渗, 使流域基流量不断增加, 在全球气温升高, 黄土高原几十年趋于干旱的总趋势下, 不能不说是一种奇迹。非园沟基流随坝系发展变化如表 2^[3]。同时小流域沟道又是水资源的输出部位, 要维持下游乃至黄河的健康生命, 流域坝系农业系统必须是无污染的生态农业系统。

参考文献:

[1] 周月鲁. 加快黄土高原淤地坝建设[J]. 西部开发, 2003, (8): 13.
[2] 孙太 . 图说淤地坝[J]. 西部开发, 2003, (8): 22.
[3] 张金慧. 从非园沟坝系发展实践看淤地坝在生态经济建设中的作用[A]. 淤地坝试验研究与实践[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2002. 22.

(上接第 88 页)

及所收集的措施和措施质量等级等方面的资料数据, 并在对资料的合理性进行分析以及对部分资料数据进行修正或插补的基础上, 对照所建立的水土保持蓄水拦沙指标体系, 计算各流域不同年代的蓄水拦沙效益, 经与以往研究成果比较, 不仅由本次研究所确定指标计算的蓄水拦沙总量比较接近流域实际, 而且林草、梯田和沟道工程的单项措施效益所参考文献:

[1] 汪岗, 范昭. 黄河水沙变化研究第一卷(上、下册)[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2002.
[2] 唐克丽. 黄河流域的侵蚀与径流泥沙变化[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.
[3] 张胜利, 李倬, 等. 黄河中游多沙粗沙区水沙变化原因及发展趋势[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1988.
[4] 汪岗, 范昭. 黄河水沙变化研究第二卷[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2002.
[5] 张胜利, 于一鸣, 等. 水土保持减水减沙效益计算方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994.
[6] 徐建华, 牛玉国. 水利水保工程对黄河中游多沙粗沙区径流泥沙影响研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2000.
[7] 黄河水利委员会黄河志总编辑室. 黄河流域综述 《黄河志》卷二[M]. 郑州: 河南人民出版社, 1998.
[8] 冉大川, 柳林旺, 赵力仪, 等. 黄河中游河口镇至龙门区间水土保持与水沙变化[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2000.
[9] 王云璋, 康玲玲, 等. 近 30 年三川河流域降水变化及其对径流的影响[J]. 西北水资源与水工程, 2003, 14(4): 812.
[10] 康玲玲, 王云璋, 等. 近 30 年三川河流域水土保持蓄水拦沙效益分析[J]. 水力发电, 2003, 29(7): 1 115.

占比例也较为合理。

(2) 由于资料等原因, 本文运用不同降水条件、不同措施质量等级的蓄水拦沙指标仅在三川河流域进行了试算, 尽管计算所得的成果较为满意, 但因受区域的限制, 本指标体系是否具有更广泛的适用性, 还有待于作进一步的应用与检验。