
水
保
监
测
与
应
用
技
术

黄土高原小流域淤地坝监测

喻权刚, 马安利

(黄河水利委员会 黄河上中游管理局, 陕西 西安 710021)

摘 要: [目的] 为了探索小流域淤地坝监测的内容、指标、方法, 分析淤地坝建设效益, 更好地为淤地坝规划、建设、运行管理服务。[方法] 2005—2010 年, 在黄土高原不同水土流失类型区选择了 12 条典型小流域坝系, 布设监测点, 采用遥感、水沙观测、调查等方法, 连续开展淤地坝工程建设动态、拦沙蓄水、坝地利用及增产效益、坝系工程安全等监测。分析了淤地坝建设与坝系配置、坡面治理、拦沙蓄水、坝地利用等之间的关系。[结果] 小流域淤地坝坝系在拦截泥沙、蓄洪滞洪、减蚀固沟、增地增收、促进农村生产条件和生态环境改善等方面发挥了显著的生态、社会和经济效益。[结论] 建议在淤地坝建设中以小流域为单元, 以骨干坝为主体, 骨干坝、中型坝、小型淤地坝相结合, 形成稳定的淤地坝坝系。

关键词: 黄土高原; 淤地坝; 监测

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2015)01-0118-06

中图分类号: S157

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.01.022

Silt Storage Dam Monitor at Small Watershed in Loess Plateau Region

YU Quangang, MA Anli

(Upper and Middle Yellow River Bureau, YRCC, Xi'an, Shaanxi 710021, China)

Abstract: [Objective] To explore the monitoring content, index and methods of silt storage dam at small watershed, analyze the benefit of warping dam construction, consequently serve planning, construction, operation and management of warp land dam preferably. [Methods] The 12 typical small watershed damming system were selected to set up monitor points, and use the methods of remote sensing, water and sediment observation, investigation, etc. To continuously develop the dynamic warping dam engineering, construction, soil and water retention, dam land use and its yield reproduction, safety of dam system in the different soil erosion type zone on the Loess Plateau from 2005 to 2010. We analyzed the relationships between silt storage dam construction and dam system configuration, slope control, soil and water retention, dam field use, etc. [Results] The dam system gave play to obvious ecological, social and economic benefits in flood and sediment control and rural production condition enhancement. [Conclusions] The dam system construction should obey the principle of combination of large-sized, middle-sized and small-sized ones with the key dam as the main and a small watershed as unit.

Keywords: Loess Plateau; silt storage dam; monitor

淤地坝是黄土高原地区人民在长期同水土流失斗争实践中创造的一种行之有效的既能拦截泥沙、保持水土, 又能淤地造田、增产粮食的水土保持工程措施, 已有几百年的发展历史。最初的淤地坝是自然形成的, 距今已有 400 a 余, 新中国成立后, 经过水利水土保持部门总结、示范和推广, 淤地坝建设得到了快速发展。大体经历了 4 个阶段: 20 世纪 50 年代的试验示范, 60 年代的推广普及, 70 年代的发展建设和 80 年代以来以治沟骨干工程为骨架、完善提高的坝

系建设阶段。根据调查统计, 经过 50 a 多的建设, 黄土高原地区现有淤地坝 11 万余座, 淤成坝地 3.00×10^5 hm², 可拦蓄泥沙 2.10×10^{10} m³[1]。

为了研究探索小流域淤地坝监测的内容、指标、方法, 分析淤地坝建设效益, 在黄土高原不同水土流失类型区选择了 12 条典型小流域坝系, 连续开展了工程建设动态、拦沙蓄水、坝地利用及增产效益、坝系工程安全等监测研究, 经过分析认为, 淤地坝在拦截泥沙、蓄洪滞洪, 减蚀固沟, 增地增收, 促进农村生产

收稿日期: 2013-12-13

修回日期: 2014-02-19

资助项目: 水利部公益性行业科研专项“小流域淤地坝坝系防洪风险评价技术”(201201084)

第一作者: 喻权刚(1965—), 男(汉族), 陕西省商洛市人, 硕士, 教授级高工, 主要从事水土保持监测研究、水土保持监督管理等工作。E-mail: yuqg@163.com。

通信作者: 马安利(1962—), 女(汉族), 陕西省西安市人, 学士, 教授级高工, 主要从事水土保持监测研究等工作。E-mail: hmal@126.com。

条件和生态环境改善等方面发挥了显著的生态、社会和经济效益。在黄土高原地区大规模修建淤地坝,能有效拦截入黄泥沙,加上其他水土保持措施,对解决黄河下游河道的淤积,实现“河床不抬高”和黄河长治久安的目标具有重要意义^[2]。

1 典型小流域坝系概况

1.1 典型小流域坝系自然概况

在黄土高原选择青海省大通县景阳沟,甘肃省安定区称钩河、环县城西川,宁夏回族自治区西吉县聂家河,内蒙古自治区准格尔旗西黑岱、清水河县范四窑,陕西省横山县元坪、宝塔区麻庄、米脂县榆林沟,

山西省河曲县树儿梁、永和县岔口,河南省济源市砚瓦河等 12 条小流域坝系,开展淤地坝监测试验。12 条小流域总土地面积 970.31 km²,水土流失面积 914.25 km²,占 94.2%,水土流失极其严重。典型小流域坝系自然情况见表 1。

1.2 小流域坝系工程建设规模

12 条小流域坝系共建有淤地坝 775 座。其中,骨干坝 152 座,中型坝 224 座,小型坝 399 座。监测期内共新建淤地坝 335 座,其中,2006 年新建坝 68 座,2007 年新建坝 155 座,2008 年新建坝 101 座,2009 年新建坝 5 座,2010 年新建坝 6 座。12 条坝系淤地坝数量见表 2。

表 1 典型小流域坝系自然情况

坝系名称	流域面积/km ²	流失面积/km ²	侵蚀模数 / (t · km ⁻² · a ⁻¹)	年均降雨量/mm	沟壑密度 / (km · km ⁻²)	年侵蚀量 / 10 ⁴ t	年径流量 / 10 ⁴ m ³	类型区
景阳沟	60.37	51.30	6 500	508	3.30	39.24	313.9	黄丘Ⅳ副区
称钩河	118.00	118.00	5 600	380	2.72	66.08	295.0	黄丘Ⅴ副区
城西川	79.60	79.60	8 500	426	2.90	67.66	260.3	黄丘Ⅴ副区
聂家河	46.57	44.90	6 880	420	0.88	32.04	107.1	黄丘Ⅲ副区
西黑岱	32.00	32.00	14 200	400	3.70	45.44	120.5	黄丘Ⅰ副区
范四窑	42.50	41.10	8 800	400	1.90	37.40	204.0	黄丘Ⅰ副区
元坪	131.40	131.40	13 000	398	2.16	170.80	303.4	黄丘Ⅰ副区
麻庄	58.63	53.00	6 500	567	3.04	34.45	155.0	黄丘Ⅱ副区
榆林沟	65.59	65.59	18 000	452	4.38	1 118.10	352.8	黄丘Ⅰ副区
树儿梁	113.75	101.24	9 800	462	2.83	99.22	569.2	黄丘Ⅰ副区
岔口	132.00	118.00	10 419	511	4.36	122.94	528.0	黄丘Ⅱ副区
砚瓦河	89.90	78.12	4 550	696	3.10	35.54	1 400.0	土石山区
合计	970.31	914.25	—	—	—	1 868.91	2 497.2	

表 2 12 条小流域坝系淤地坝工程建设情况

县(区)	流域名称	淤地坝/座			
		骨干坝	中型坝	小型坝	总计
大通	景阳沟	6	13	16	35
定西	称钩河	20	22	32	74
环县	城西川	10	8	42	60
西吉	聂家河	8	10	3	21
准旗	西黑岱	9	12	8	29
清水河	范四窑	10	15	1	26
横山	元坪	29	29	29	87
宝塔	麻庄	5	18	4	27
米脂	榆林沟	7	26	68	101
河曲	树儿梁	19	40	76	135
永和	岔口	23	19	92	134
济源	砚瓦河	6	12	28	46
合计		152	224	399	775

1.3 小流域坝系监测设施建设

12 条坝系共建设拦沙监测点 524 个,每条流域

的骨干坝、中型坝及部分小型坝设点监测。建设输沙监测点 13 个,每条流域设 1 个把口站,陕西榆林沟由于沟口建水库,在两条支流建径流泥沙监测站。建设蓄水监测点 491 个,建设雨量监测点 27 个,根据流域面积大小,每条流域设 1~3 个雨量站^[3]。

2 小流域淤地坝监测内容及方法

监测主要包括:工程建设动态、拦沙蓄水、坝地利用及增产效益、坝系工程安全等(图 1)。

2.1 工程建设动态监测

工程建设动态监测分为坡面治理动态和沟道工程建设动态两部分。

坡面治理动态监测的内容主要是坡面治理工程的数量及其变化。坡面治理工程包括梯田、造林、种草、封禁及其他坡面措施,主要指标是逐年核实后的新增治理面积和累计治理面积。

沟道工程建设动态监测内容主要是沟道坝系工程的数量及其变化。沟道工程包括骨干坝、中型淤地坝、小型淤地坝等。主要指标是已建成工程数量和在建工程数量及结构比例。

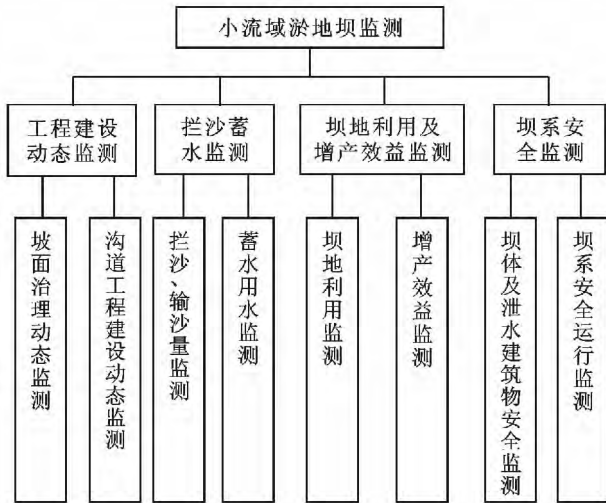


图 1 小流域坝系监测内容

2.2 拦沙蓄水监测

包括拦沙量监测、输沙量监测、蓄水用水监测 3 部分。拦沙量监测主要是监测淤地坝的拦沙情况,实时监测淤地坝的拦沙量;输沙量监测主要监测经过流域出口的输沙量及径流量;蓄水用水监测主要是监测淤地坝内蓄水情况和生产、生活用水情况。包括淤地坝年末蓄水量、水面面积以及灌溉用水量、人畜用水量等。

2.3 坝地利用及其增产效益监测

对淤地坝内的坝地面积、坝地利用面积、坝地内农作物面积、坝地农作物单产以及年增产等情况进行监测。

2.4 坝系工程安全监测

坝系工程安全监测包括坝体及其泄水建筑物安全监测和坝系安全运行监测两部分。

坝体及其泄水建筑物安全监测主要监测淤地坝坝体及其泄水建筑物在运行期间有无滑坡、冲刷、渗流、沉陷、裂缝等问题。

坝系安全运行监测主要是对病、险坝数量,毁坏坝情况(包括水毁坝、人为毁坏坝的数量、毁坏情况、毁坏原因等)进行监测。

2.5 小流域坝系监测方法

监测的主要方法包括:地面观测、遥感监测、调查统计等。通过小流域坝系把口站、典型淤地坝、长期及定点观测,获取拦沙蓄水信息;通过典型调查、普查和抽样调查等方法,获取小流域坝系工程建设动态、坝地利用及其增产效益等信息;通过对淤地坝工程建设初期和项目结束时的两期高分辨率卫星影像进行解译,调查分析小流域坝系的水土保持效果;利用计算机、地理信息系统、数据库以及三维模拟等新技术,建立黄土高原小流域坝系监测系统及小流域坝系评价系统^[4]。

3 小流域坝系监测结果分析

3.1 小流域坝系治理动态分析

3.1.1 坡面治理动态 12 条坝系小流域 2006 年前治理面积 $3.92 \times 10^4 \text{ hm}^2$,其中梯田 $1.02 \times 10^4 \text{ hm}^2$,造林 $2.48 \times 10^4 \text{ hm}^2$,种草 $4.13 \times 10^3 \text{ hm}^2$,封禁面积 $1.09 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。2006—2010 年完成坡面治理面积 $7.55 \times 10^3 \text{ hm}^2$,累计坡面治理面积达到 $4.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。治理面积占水土流失面积 51.10%,较 2006 年前的基数提高了 8.26 个百分点。坡面治理动态如表 3 所示。

表 3 12 条小流域坝系坡面治理动态监测统计

时间	流域面积/km ²	水土流失面积/km ²	治理度		累计治理面积/10 ⁴ hm ²	治理面积/hm ²	梯田/hm ²	造林/hm ²	种草/hm ²	封禁/hm ²
			占流域面积/%	占流失面积/%						
2006 年前	970.31	914.25	40.37	42.84	3.92	—	10 241.05	24 798.89	4 129.05	10 899.72
2006 年	970.31	914.25	44.13	46.83	4.28	3 646.24	2 112.14	1 050.40	483.70	164.90
2007 年	970.31	914.25	45.37	48.16	4.40	1 212.43	276.79	619.84	315.80	211.15
2008 年	970.31	914.25	46.19	49.02	4.48	789.51	230.79	370.60	188.12	127.75
2009 年	970.31	914.25	47.52	50.43	4.61	1 290.21	136.95	1 094.82	58.44	1 208.18
2010 年	970.31	914.25	48.14	51.10	4.67	607.83	486.96	127.42	-6.55	591.30
2006—2010 年治理面积合计						7 546.22	3 243.63	3 263.08	1 039.51	2 303.28

3.1.2 沟道治理动态 截止 2010 年底,12 条小流域坝系共建有淤地坝 775 座。其中,骨干坝 152 座,中型坝 224 座,小型坝 399 座。大、中、小型淤地坝配

置比例为 1 : 1.47 : 2.63,总库容达 $1.37 \times 10^8 \text{ m}^3$,控制面积 949.06 km^2 ,累计淤地面积 $1 373.96 \text{ hm}^2$ 。(表 4)

表 4 12 条小流域坝系淤地坝建设动态统计

年份	合计/座	骨干坝/座	中型坝/座	小型坝/座	结构比例	总库容/ 10^4 m^3	控制面积/ km^2
2006	508	92	139	277	1 : 1.51 : 3.01	9 671.09	655.94
2007	663	132	192	339	1 : 1.45 : 2.57	12 812.83	836.86
2008	764	148	219	397	1 : 1.48 : 2.68	13 784.60	934.27
2009	769	149	221	399	1 : 1.48 : 2.68	13 784.60	944.96
2010	775	152	224	399	1 : 1.47 : 2.63	13 710.29	949.06

3.2 坝系拦沙蓄水分析

3.2.1 降雨量分析 根据 12 条小流域 5—10 月 27 个雨量站的降雨量数据分析,年降雨量少而集中,年际变化大,年内分配不均,多年平均降水量在 380~567 mm,汛期(5—10 月)降水量占全年降水量的 60%~70%,且多以暴雨形式出现,历时短、强度大。

2006—2010 年对应的流域汛期年最大日降雨量

(mm)、降雨日数(d)、年降雨量、出口处把口站径流量、泥沙量数据见表 5。

从表 5 中可以看出,2006—2010 年,12 条小流域把口站洪水径流量与汛期最大日降雨量的变化趋势最为相近,当最大日降雨量增大时,把口站洪水径流量也在增大,说明影响把口站洪水径流量的主要因素是汛期最大日降雨量。

表 5 2006—2010 年 12 条小流域汛期降雨量、径流量、输沙量统计

项目	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
汛期最大日降雨量/mm	52.00	109.40	52.50	70.00	98.40
汛期平均降雨日数/d	37.60	42.70	38.10	40.30	40.40
汛期平均降水量/mm	324.40	409.70	314.50	278.70	329.80
把口站洪水径流量/ 10^4 m^3	176.52	790.43	235.16	316.36	693.93
把口站输沙量/ 10^4 t	19.94	20.38	12.28	5.04	6.89

3.2.2 小流域坝系拦沙分析 2006—2010 年,12 条小流域坝系累计拦沙 $1.81 \times 10^7 \text{ t}$,小流域产沙量为 $2.24 \times 10^7 \text{ t}$,坝系拦沙率平均为 80.63%。2010 年坝系拦沙量和小流域产沙量较 2006 年都有所下降。产

沙量的减少是因为坝系拦沙量和把口站输沙量均在减少。坝系拦沙量的变化趋势与治理度的变化趋势相反,这就说明,随着治理度的逐年提高,坝系拦沙量呈现逐年减少的趋势。不同坝型年度拦沙量见表 6。

表 6 12 条小流域坝系不同坝型年度拦沙量统计

年份	骨干坝		中型坝		小型坝		坝系合计 拦沙量/ 10^4 t	小流域 产沙量/ 10^4 t	坝系 拦沙率/ %
	拦沙量/ 10^4 t	占拦沙 量/%	拦沙量/ 10^4 t	占拦沙 量/%	拦沙量/ 10^4 t	占拦沙 量/%			
2006	547.75	94.13	23.58	4.05	10.94	1.88	581.91	671.91	86.61
2007	428.32	81.16	63.82	12.09	35.63	6.75	527.78	620.49	85.06
2008	104.84	55.24	54.52	28.73	30.42	16.03	189.79	275.95	68.78
2009	143.88	62.02	55.58	23.96	32.55	14.03	232.01	312.72	74.19
2010	172.09	62.79	65.88	24.04	36.11	13.17	274.08	358.18	76.52
总计	1 396.88	77.37	263.38	14.59	145.66	8.07	1 805.56	2 239.24	80.63

通过分析表 6 可以看出,在坝系拦沙中,以骨干坝为主,其次是中型坝和小型坝。骨干坝的累计拦沙量为 $1.40 \times 10^7 \text{ t}$,占到整个坝系拦沙量的 77.37%;中型坝为 $2.63 \times 10^6 \text{ t}$,占到整个坝系拦沙量的 14.59%;小型坝为 $1.46 \times 10^6 \text{ t}$,仅占到整个坝系拦沙量的 8.07%。因此,在淤地坝建设中,尽量以小流域为单元,以骨干坝为主体,骨干坝、中型坝、小型淤地坝结合,形成相对稳定的淤地坝坝系。

3.2.3 小流域坡面措施拦沙分析 按照水土保持效益计算办法,参照《人民治黄五十年水土保持效益分析》方法,经计算,12 条小流域 2006—2010 年坡面治理措施面积拦沙量达 $3.70 \times 10^6 \text{ t}$,其中梯田拦沙量为 $1.57 \times 10^6 \text{ t}$,造林拦沙量为 $1.90 \times 10^6 \text{ t}$,种草拦沙量为 $2.30 \times 10^5 \text{ t}$ 。

坡面工程拦沙量主要以造林和梯田拦沙为主,种草拦沙相对较少(表 7)。

表 7 小流域坝系坡面措施拦沙量

年份	拦沙量/10 ⁴ t			
	梯田	造林	种草	合计
2006	29.85	35.99	4.23	70.06
2007	30.73	37.07	4.53	72.33
2008	31.40	37.77	4.72	73.88
2009	31.81	39.07	4.78	75.67
2010	33.17	39.26	4.78	77.21
合计	156.95	189.16	23.04	369.15

3.2.4 小流域坝系蓄水用水分析 2006—2010 年, 12 条坝系蓄水量变化呈逐年增加的趋势。2006 年坝系年末蓄水量为 $3.88 \times 10^6 \text{ m}^3$, 到了 2010 年坝系年末蓄水量增加到 $5.78 \times 10^6 \text{ m}^3$, 增加了 $1.91 \times 10^6 \text{ m}^3$, 增加了 49.2%。增加的坝系蓄水量一方面可以用于灌溉、人畜饮水等, 另一方面通过土壤渗透可以补充地下水, 除此外还可以改变局部小气候(表 8)。

3.3 坝地利用及增产效益分析

坝地是径流冲刷坡面表层土壤淤积而成, 淤泥中含有大量的牲畜粪便、腐殖质和有机肥料, 因此, 坝地一般土质肥沃, 水分条件良好, 作物产量高。根据对

12 条小流域统计调查, 坝地面积占耕地面积的 7.87%, 而坝地生产的粮食却占总产量的 12.29%。

表 8 小流域坝系蓄水用水监测结果

年份	年末蓄水量/10 ⁴ m ³	新增水面面积/hm ²	用水量/10 ⁴ m ³	用水量变化率/%
2006	387.69	37.20	23.39	5.69
2007	570.47	43.73	32.70	5.42
2008	501.20	-4.74	43.67	8.02
2009	503.01	24.85	43.10	7.89
2010	578.49	27.65	37.65	6.11

3.3.1 坝地淤积利用分析 截止 2010 年, 12 条小流域坝系新增淤地面积 538.71 hm², 小流域累计坝地面积为 1 745.26 hm² (包括历史上形成的坝地), 坝地利用面积达到了 1 346.75 hm²。

2006—2010 年坝地利用面积与坝地面积之比分别为 78.22%, 75.55%, 70.31%, 77.39% 和 77.17%, 坝地面积与耕地面积之比分别为 5.52%, 5.98%, 6.16%, 8.31% 和 8.42%, 呈逐年上升趋势, 坝地面积在耕地面积的比重在逐年增加见表 9。

表 9 2006—2010 年 12 条小流域坝地淤积利用统计

年份	年度淤地面积/hm ²	新增累计淤地面积/hm ²	小流域坝地面积/hm ²	小流域耕地面积/hm ²	坝地利用面积/hm ²	坝地利用面积与坝地面积之比/%	坝地与耕地面积之比/%
2006	17.40	375.47	1 069.55	19 358.47	836.65	78.22	5.52
2007	88.99	464.46	1 162.72	19 428.18	878.44	75.55	5.98
2008	24.16	488.62	1 263.65	20 504.72	888.45	70.31	6.16
2009	35.77	524.39	1 721.35	20 724.27	1 332.07	77.39	8.31
2010	14.32	538.71	1 745.26	20 729.78	1 346.75	77.17	8.42

3.3.2 坝地增产效益分析 坝地增产效益包括坝地农作物面积及其年增产情况, 主要有坝地农作物单产、坝地农作物种植面积和坝地产量等。根据典型地块监测资料, 分析坝地农作物单产, 与梯田单产、坡地单产、小流域平均粮食单产进行比较。小流域坝系效

益监测数据见表 10。从表 10 中可以看出, 坝地单产最高, 其次是梯田, 坡地最少。

以 2010 年为例, 坝地单产比小流域平均单产高出 63.79%, 比梯田高出 62.96%, 比坡地高出 166.68%。

表 10 2006—2010 年 12 条小流域坝系效益监测数据

年份	粮食平均单产/(kg·hm ⁻²)				坝地增产效益/%		
	小流域平均	坝地	梯田	坡地	小流域平均	梯田	坡地
2006	3 369.10	7 209.33	4 100.00	2 688.00	113.98	75.84	168.20
2007	4 172.41	7 433.67	4 818.13	2 686.43	78.16	54.29	176.71
2008	4 205.85	6 321.67	4 227.25	2 192.71	50.31	49.55	188.30
2009	4 134.06	6 904.67	4 472.75	2 289.14	67.02	54.37	201.63
2010	4 734.98	7 755.32	4 758.92	2 908.11	63.79	62.96	166.68

通过对典型坝地土壤养分对比试验, 土壤养分的各项含量均表现为坝地高于坡地, 主要是因为坝地土壤是由上游侵蚀淤积而成, 土壤养分含量逐渐积累,

所以各项指标均显示为较高; 而坡地土壤由于长年侵蚀, 养分逐渐被雨水带走, 所以, 各项指标均低于坝地。

3.3.3 生态效益和社会效益分析 以小流域为单元,淤地坝通过梯级建设,骨干坝、中型坝、小型坝相结合,以骨干坝为控制工程,层层拦蓄,具有较强的削峰、滞洪能力和上拦下保的作用,在泥沙的汇集和通道处形成了一道人工屏障,抬高侵蚀基准面,稳定沟坡,有效防止沟岸扩张,沟底下切和沟头前进,减轻沟道侵蚀,结合坡面措施,有效地防止洪水泥沙对下游造成的危害。

2006—2010年,12条坝系小流域累计总产沙量

为 2.24×10^7 t,其中坡面措施拦沙 3.69×10^6 t,拦沙率为 16.49%,坝系拦沙 1.81×10^7 t,拦沙率为 80.63%,12条小流域总拦沙 2.17×10^7 t,拦沙率为 97.12%。做到了绝大部分泥沙不出沟,基本控制了流域内的水土流失。由此可见,兴修梯田、植树造林、退耕还林还草、封禁与坝系工程建设相结合,形成水土保持综合治理体系,其社会效益和生态效益是十分明显的。2006—2010年小流域拦沙效益情况见表 11。

表 11 2006—2010年小流域拦沙效益

总产沙量/ 10^4 t	坡面措施		坝系		12条小流域	
	拦沙量/ 10^4 t	拦沙率/%	拦沙量/ 10^4 t	拦沙率/%	总拦沙/ 10^4 t	拦沙率/%
2 239.24	369.15	16.49	1 805.56	80.63	2 174.71	97.12

通过调查分析,大规模的沟坝地建设解决了农民的基本粮食需求,为优化土地利用结构和调整农村产业结构,促进退耕还林还草,发展多种经营创造了条件。农民在退耕地上栽植经济林,改善了生态建设,减少了水土流失;另外,淤地坝的建设,坝顶成为连接沟壑两岸的桥梁,大大改善了山区的交通条件,促进了物资、文化交流和商品经济的发展。

4 结 论

(1) 在淤地坝建设中,以小流域为单元,以治沟骨干工程为主体,骨干坝、中型坝、小型坝相结合,蓄水、拦泥、生产、防洪各效益兼顾,逐步形成布局合理、排淤结合、效益稳定的淤地坝坝系。

(2) 通过研究分析,淤地坝在拦截泥沙、蓄洪滞洪、减蚀固沟、增地增收、促进农村生产条件和生态环境改善等方面发挥了显著的生态、社会和经济效益。

(3) 本文数据只利用了 2006—2010年监测数

据,系列较短,今后在 12条坝系延续监测、增长监测系列的基础上,提出基于防洪安全与高效可持续拦沙的小流域坝系总体结构和沟道单元坝系结构的配置,以及淤地坝坝系的坝级配置比例。

(4) 在现有小流域坝系监测评价的基础上,开展针对暴雨与洪水状况调查分析,进行淤地坝安全预报预警研究。

[参 考 文 献]

- [1] 李勉,杨剑锋,侯建才,王茂沟淤地坝坝系建设的生态环境效益分析[J]. 水土保持研究,2006,13(5):145-147.
- [2] 喻权刚,罗万勤,马安利,等. 淤地坝监测系统建设总体思路[J]. 中国水利,2003(9):81-83.
- [3] 喻权刚,王富贵. 黄河水土保持监测站点标准化建设研究:以黄委天水、西峰、绥德监测站点建设为例[J]. 水土保持通报,2009,29(3):220-224.
- [4] 何兴照,喻权刚. 黄土高原小流域坝系水土保持监测技术探讨[J]. 中国水土保持,2006(10):11-13.