

# 陕北大、中型淤地坝现状调查与分析

马宁, 朱首军, 王盼

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 对陕西省淤地坝安全大检查专项行动中陕北大、中型淤地坝的建坝密度、实测拦泥库容、单坝控制面积等指标进行了实地调查和数据整理。结果表明, 陕北大、中型淤地坝控制面积为 28 703.84 km<sup>2</sup>, 拦沙总量达 4.11 × 10<sup>15</sup> kg, 反映了淤地坝具有显著的拦泥淤地作用。淤地坝的建坝密度、实测拦泥库容、单坝控制面积, 两两成正相关关系。陕北榆林市已淤成的大、中型淤地坝地主要用于种植农作物。但种植作物太过单一, 而延安市已淤成的大、中型淤地坝地只局限于拦截泥沙。陕北淤地坝主要的管护方式为集体管护。淤地坝各部件中最严重的安全隐患是坝体隐患。

**关键词:** 水土保持; 淤地坝; 拦沙效益

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)03-0155-06

中图分类号: S157.3+1

## Field Survey and Analysis on Status of Large and Medium Sized Check Dams in Northern Shaanxi Province

MA Ning, ZHU Shou-jun, WANG Pan

(College of Resources and Environment, Northwest Science and

Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Indices of structure density, measured sediment blocking capacity, and single-dam control area were surveyed, compiled and analyzed for the large and medium sized check-dams in Northern Shaanxi Province in the special action of check-dam safety inspection. The results show that the total control area of large and medium sized check-dams was 28 703.84 km<sup>2</sup> and the total sediment discharge reduction was 4.11 × 10<sup>15</sup> kg, highlighting the critical role of check-dams on sediment blocking and silting. Positive pair-wise correlations were found significantly among building density of check-dams, capacity of sediment blocking and control areas of the single-dam. The silted check-dams of Yulin City were utilized mainly for crops limited to a few species only, while in Yan'an City, the silted check-dams were confined to sediment holding only. The management and protection of check-dams were conducted collectively through governments. The most serious potential safety hazard of the check-dams could be the hidden danger in the dam body.

**Keywords:** soil and water conversation; check-dam; sediment retention benefit

淤地坝在黄土高原有着悠久的历史,是在水土流失地区各级沟道中,以拦泥淤地为目的而修建的坝工建筑物。它既能拦截泥沙防止进一步的土壤侵蚀,又能够蓄水、淤田,促进农民增收,促进生态建设与修复功能,并且间接地促进了农村区域经济的发展。淤地坝建设对改善黄土高原地区生态环境,促进人民群众脱贫致富奔小康及减少入黄泥沙具有重要意义。

2009年3—5月参加了陕西省水土保持局组织的全省淤地坝安全大检查的调研、统计工作。调查结

果显示,全省有92.98%的淤地坝(含小型淤地坝)集中分布在榆林和延安市,淤地坝建设在陕北地区水土流失治理中占有十分重要的地位。大型坝(包括骨干坝)和中型坝在保护下游小多成群的淤地坝,减轻下游危害,缓洪拦泥淤地,稳定沟床,防治沟壑侵蚀起着举足轻重的作用。现以陕北大、中型淤地坝为研究对象,分析其建设现状,根据现阶段的发展形势,提出陕北淤地坝建设中需要进一步研究和解决的问题,提出合理化建议,致力于完善淤地坝设计和修护的方案,

收稿日期: 2011-03-09

修回日期: 2011-04-01

资助项目: 陕西省水土保持局淤地坝建设重大项目

作者简介: 马宁(1986—),女(汉族),山东省滨州市人,硕士研究生,主要从事水土保持工程研究。E-mail: 107893467@qq.com。

通信作者: 朱首军(1965—),男(汉族),江苏省沛县人,副教授,硕士生导师,从事水土保持工程、小流域综合治理等方面的教学科研工作。

E-mail: sj\_zhu@126.com。

巩固成果,充分发挥现有淤地坝的效益,为今后淤地坝建设提供科学依据。

## 1 陕北淤地坝建设现状调查与分析

### 1.1 陕北淤地坝分布现状分析

2009年,我们汇总了陕北地区横山县水保站、绥德县水保站、清涧县水土保持站、志丹县水土保持队、延长水土保持队等的淤地坝实地统计资料,之后又对陕北的若干个县进行了较为详细的实地调查。

根据水土保持综合治理技术规范(GB/T16453.3-2008)关于淤地坝类型的划分标准,调查统计的陕北淤地坝分布情况详见表1。调查结果显示,陕北地区淤地坝(含小型坝)总数为36216座,大、中型淤地坝11470座,占陕西省淤地坝总数的29.5%。其中,榆林

市大中型淤地坝总数9123座,大型淤地坝2043座,中型淤地坝7075座。延安市大中型淤地坝总数2347座,大型淤地坝449座,中型淤地坝1898座。

由于大、中型坝是沟道治理中淤地坝拦挡泥沙的主要部分,因此这一数量的多少表明陕北淤地坝发展的好坏,直接影响到陕西省的淤地坝发展。陕北淤地坝的分布与当地自然经济状况有着密切的关系。表1显示,榆林市东南部丘陵沟壑区的淤地坝分布较多。从延安市南部到榆林北部,分布趋势为“低—高一低”,这种趋势主要是由于榆林北部为毛乌素沙地,主要以风蚀为主,延安市南部主要是塬区,沟谷密度很小,自然植被状况较好,侵蚀相对较轻,以及延安市较榆林的丘陵沟壑区的沟谷密度小等自然环境的原因造成的。

表1 陕北大、中型淤地坝数量分布

榆林市				延安市			
大型淤地坝	中型淤地坝	合计	座	大型淤地坝	中型淤地坝	合计	座
榆阳	190	409	599	黄陵	1	3	4
神木	124	421	545	宜川	2	10	12
府谷	226	449	675	洛川	3	1	4
横山	301	1014	1315	吴起	42	172	214
靖边	103	237	340	子长	112	514	626
定边	54	30	84	志丹	71	159	230
绥德	129	582	711	黄龙	2	1	3
米脂	226	509	735	甘泉	10	24	34
佳县	201	1763	1964	富县	11	12	23
吴堡	28	83	111	延川	24	168	192
清涧	256	717	973	宝塔	43	359	402
子洲	210	861	1071	延长	43	279	322
				安塞	85	196	281
合计	2048	7075	9123	合计	449	1898	2347

从建坝时间上看,陕北大、中型淤地坝主要是60—70年代所建,占到整个淤地坝总量的71.6%,80—90年代的淤地坝数量急剧减少,而21世纪又出现了上升的趋势(见表2)。造成淤地坝这种分布格局的主要原因是,建国初期,1949年的七届二中全会提出将我国由农业大国转向工业大国,工作重心转移到重工业,这使得50年代这段时期的淤地坝建设停滞不前。1961年的八届九中全会提出贯彻执行国民经济以农业为基础,大办农业的方针,之后国家在黄土高原大力开展淤地坝建设,特别是70年代,淤地坝建设的数量大幅增加。80—90年代淤地坝建设数量有所减少,各地区主要对先前建造的淤地坝进行大量研究,认真总结筑坝经验教训,为进一步发展淤地坝建设打好基础。20世纪初黄土高原地区淤地坝建设被中央作为落实十六大精神,实现西部大开发、人民奔小康的目标,改善黄土高原生态环境,再造秀美山

川的重要基础性措施,在之后的这一时段,陕北淤地坝建设又推入一个高潮。

### 1.2 陕北大、中型淤地坝实测拦泥库容、淤地坝建坝密度和单坝控制流域面积分析

淤地坝的实测拦泥库容是淤地坝分级的一个重要指标,而且淤地坝的实测拦泥库容与拦沙量成正比,根据调查统计,现有的陕北大、中型淤地坝的拦泥总库容为 $3.98 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。榆林市实测拦泥库容占到陕北淤地坝实测拦泥库容的81.66%,延安市实测拦泥库容占到陕北淤地坝实测拦泥库容的18.34%。

淤地坝的建坝密度是单位地区面积上建设淤地坝的数量,它与淤地坝的数量成正比。据统计陕北平均每 $1 \text{ km}^2$ 有淤地坝0.143座,其中榆林市平均每 $1 \text{ km}^2$ 有淤地坝0.209座,延安市平均每 $1 \text{ km}^2$ 有淤地坝0.064座。由于陕北各地的自然、地理、社会经济

条件等不同, 淤地坝的建坝密度有着很大的差异, 有的地区高则达到 0.916 座/km<sup>2</sup>, 有的地区低到 0.001 座/km<sup>2</sup>。

经调查统计, 陕北大、中型淤地坝单坝控制总面积为 26 750.57 km<sup>2</sup>, 单坝平均控制面积为 2.50 km<sup>2</sup> (如表 3 所示)。

表 2 陕北不同年代大、中型淤地坝数量分布

地区	50 年代以前	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代	21 世纪初
榆阳	29	15	55	292	90	43	75
神木	0	0	20	268	44	119	94
府谷	0	17	55	409	53	25	116
横山	1	30	254	719	111	64	136
靖边	0	0	87	135	58	31	29
定边	0	1	26	13	6	17	21
绥德	0	44	135	373	33	16	110
米脂	0	66	191	357	44	9	68
佳县	0	96	547	1 217	36	20	48
吴堡	0	8	23	35	2	10	33
清涧	2	29	264	488	76	14	100
子洲	3	92	273	647	15	6	35
榆林市	35	398	1 930	4 953	568	374	865
黄陵	0	0	0	0	0	1	5
宜川	0	0	0	0	0	0	14
洛川	0	0	0	1	1	0	4
吴起	0	4	10	60	17	16	109
子长	1	4	18	463	15	30	97
志丹	0	3	11	120	6	23	69
黄龙	0	0	0	0	0	0	5
甘泉	0	0	0	3	4	5	24
富县	0	0	0	12	1	1	11
延川	0	0	1	100	27	7	59
宝塔	1	9	27	189	65	38	75
延长	2	5	17	175	41	14	70
安塞	0	4	5	117	22	15	94
延安市	4	29	89	1 240	199	150	636

表 3 陕北大、中型淤地坝实测拦泥库容、总建坝密度、单坝控制面积情况

榆林市	实测拦泥库容/ 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	总建坝密度/ (座·km <sup>-2</sup> )	单坝控制 总面积/km <sup>2</sup>	延安市	实测拦泥库容/ 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	总建坝密度/ (座·km <sup>-2</sup> )	单坝控制总 面积/km <sup>2</sup>
榆阳	24 671.93	0.085	1 347.55	黄陵	73.22	0.002	44.49
神木	18 988.74	0.071	912.38	宜川	84.00	0.004	33.68
府谷	27 736.97	0.210	1 704.25	洛川	40.57	0.002	18.10
横山	45 193.32	0.322	3 127.39	吴起	11 621.55	0.057	788.72
靖边	22 549.46	0.067	1 458.72	子长	22 543.30	0.260	1 384.68
定边	6 086.36	0.012	616.60	志丹	6 360.11	0.061	602.08
绥德	19 922.06	0.379	1 356.61	黄龙	40.20	0.001	32.40
米脂	32 102.62	0.606	1 410.69	甘泉	42.88	0.015	215.18
佳县	51 995.41	0.916	3 517.72	富县	59.20	0.005	147.40
吴堡	3 942.00	0.259	368.46	延川	5 303.01	0.099	342.34
清涧	37 200.97	0.517	1 830.65	宝塔	7 724.37	0.113	1 106.46
子洲	34 640.03	0.524	1 942.03	延长	8 487.09	0.140	1 127.28
合计	325 029.87	0.209	19 593.051	安塞	10 602.01	0.094	1 314.71
				合计	72 981.51	0.064	7 157.52

对陕北大、中型淤地坝的实测拦泥库容、总建坝密度、单坝控制总面积进行幂回归分析(图 1), 分析结果表明实测拦泥库容与建坝密度成正相关, 建坝密度越大实测拦泥库容就越大。

建坝密度与单坝控制总面积成正相关, 建坝密度越大单坝控制总面积就越大。单坝控制面积与实测拦泥库容成正相关, 单坝控制面积越大, 实测拦泥库容也

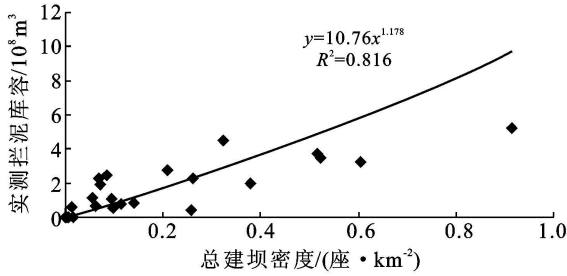


图 1 陕北大、中型淤地坝实测拦泥库容、总建坝密度、单坝控制总面积幂回归分析

计算分析还得出, 单坝控制面积过小会减少工程拦蓄洪水量, 降低工程效益, 并且不利于旧坝改造。在今后的淤地坝建设中应充分考虑单坝控制面积对坝系的影响。

### 1.3 陕北大、中型淤地坝利用情况分析

淤地坝库容淤满后, 将沟道的荒沟、河滩、荒坡等不能利用土地变为高产良田, 改善了山区原来的农业生产条件<sup>[1]</sup>, 提高了人民的经济收入, 推动了当地社会经济发展。

经调查统计, 榆林市未利用的大、中型淤地坝为 1 071 座, 蓄水的有 444 座, 进行养殖的有 70 座, 种植农作物的有 7 521 座, 占到榆林市淤地坝总数的 82.44%。延安市未利用的大、中型淤地坝有 2 033 座, 蓄水有 65 座, 进行养殖的有 148 座, 种植农作物的有 10 座, 占到延安市淤地坝总数的 86.62%。

### 1.4 陕北大、中型淤地坝管护形式分析

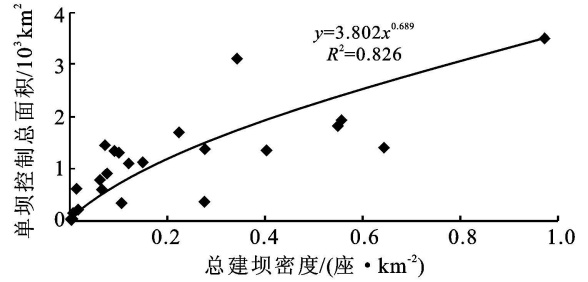
陕北大、中型淤地坝管护形式主要包括个人承包、集体承包、拍卖、租赁 4 种, 其中还有未移交的淤地坝 19 座。有期限地出让工程使用权和放开工程建设权, 落实管护责任主体, 鼓励当地农民和其它集体参与淤地坝建设经营, 明晰产权, 完善机制, 在提高社会效益、经济效益的基础上也起到了保证淤地坝可持续发展的重要作用。调查数据显示, 集体承包占到了 92.29%, 个人承包占 2.73%, 租赁占 4.80%, 拍卖和未移交的占 0.18%, 可见陕北大、中型淤地坝管护形式上还是以集体承包为主(表 4)。

### 1.5 陕北大、中型淤地坝拦沙效益分析

黄河泥沙主要来源于黄土高原的千沟万壑。在

越大。

由于小流域坝系的实测拦泥库容、总建坝密度、单坝控制总面积两两之间的关系主要取决于地形, 而且整个陕北地区的坝系是由若干流域坝系组成, 那么由整体与部分的关系决定了陕北地区大、中型淤地坝的实测拦泥库容、总建坝密度、单坝控制总面积两两之间的关系也主要取决于地形。



沟壑中修建淤地坝后, 封堵了由上游冲积下来的泥沙, 根据姜峻等<sup>[2]</sup> 2007 年的研究成果, 大型淤地坝每淤 1 hm<sup>2</sup> 坝地平均可拦沙 1.20 × 10<sup>8</sup> kg, 中型淤地坝平均拦沙 9.00 × 10<sup>7</sup> kg。

表 4 陕北大、中型淤地坝管护形式情况

地区	个人承包	集体承包	拍卖	租赁	未移交
榆林市	133	8 438	2	550	0
延安市	167	2 161	0	0	19
总计	300	10 599	2	550	19

拦沙量公式按下式计算:

$$W = V \cdot 1\,000 \cdot \gamma \cdot (1 - \alpha_1) \cdot (1 - \alpha_2)$$

式中:  $V$  ——已淤积库容 ( $10^4 \text{ m}^3$ );  $\gamma$  ——土壤容重 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ , 取 1 350);  $\alpha_1$  ——人工填垫占淤地坝拦泥的比例(据陕西省水土保持局对陕北淤地坝的调查, 取 0.1);  $\alpha_2$  ——推移质系数(据绥德水保站对韭园沟的观测资料, 取 0.15)<sup>[3]</sup>。计算结果见表 5。

由表 5 可知, 陕北大、中型淤地坝总拦沙量为 4.11 × 10<sup>15</sup> kg。榆林市总拦沙量达到了 3.36 × 10<sup>15</sup> kg, 其中大型淤地坝拦沙总量为 1.94 × 10<sup>15</sup> kg, 中型淤地坝拦沙总量为 1.41 × 10<sup>15</sup> kg。

延安市总拦沙量达到了 7.54 × 10<sup>14</sup> kg, 其中大型淤地坝的拦沙总量为 2.49 × 10<sup>14</sup> kg, 中型淤地坝的拦沙总量为 5.05 × 10<sup>14</sup> kg, 充分显示了淤地坝的拦泥减沙效应。

## 2 存在的主要问题

陕北大、中型淤地坝绝大部分由于当时建造时没有比较科学、完善的技术指导, 随着运行期的增长, 淤地坝泄水设施老化, 年久失修, 带病运行; 很多坝已淤满, 丧失了滞洪能力, 成为险坝。调查统计分析结果显示, 榆林市有 6 794 座淤地坝存在安全隐患, 其中大型坝有 1 429 座, 中型坝有 5 336 座。存在安全隐患的部件包括坝体、放水建筑物、溢洪道和其它部件(反滤体、洪水无法排出、排洪洞等), 其中坝体存在隐患的有 4 892 座, 放水建筑物存在隐患的有 1 053 座,

溢洪道存在隐患的有 820 座, 其它隐患的有 29 座。延安市有 320 座淤地坝存在隐患, 大型坝存在隐患的有 987 座, 中型坝存在隐患的有 3 870 座, 其中坝体存在隐患的有 116 座, 放水建筑物存在隐患的有 32 座, 溢洪道存在隐患的有 60 座, 存在其它隐患的有 155 座。

由此可见, 陕北大、中型淤地坝的病险问题十分严重, 仅有 38% 完好的淤地坝, 有 62% 的淤地坝带病运行, 其中坝体存在隐患的占总数的 43.66%, 放水建筑物存在隐患的占到总数的 9.46%, 溢洪道存在隐患占到总数的 7.67%。

表 5 陕北各县区大、中型淤地坝拦沙量

kg

榆林市	大型淤地坝 拦沙量	中型淤地坝 拦沙量	总拦沙量	延安市	大型淤地坝 拦沙量	中型淤地坝 拦沙量	总拦沙量
榆阳	$1.65 \times 10^{14}$	$8.96 \times 10^{13}$	$2.55 \times 10^{14}$	黄陵	$4.65 \times 10^{11}$	$2.91 \times 10^{11}$	$7.56 \times 10^{11}$
神木	$1.00 \times 10^{14}$	$9.56 \times 10^{13}$	$1.96 \times 10^{14}$	宜川	$1.82 \times 10^{11}$	$6.86 \times 10^{11}$	$8.68 \times 10^{11}$
府谷	$2.13 \times 10^{14}$	$7.31 \times 10^{13}$	$2.86 \times 10^{14}$	洛川	$2.56 \times 10^{11}$	$1.63 \times 10^{11}$	$4.19 \times 10^{11}$
横山	$3.05 \times 10^{14}$	$1.62 \times 10^{14}$	$4.67 \times 10^{14}$	吴起	$7.44 \times 10^{12}$	$1.13 \times 10^{14}$	$1.20 \times 10^{14}$
靖边	$1.81 \times 10^{14}$	$5.20 \times 10^{13}$	$2.33 \times 10^{14}$	子长	$8.44 \times 10^{13}$	$1.48 \times 10^{14}$	$2.33 \times 10^{14}$
定边	$5.90 \times 10^{13}$	$3.86 \times 10^{12}$	$6.29 \times 10^{13}$	志丹	$2.68 \times 10^{13}$	$3.89 \times 10^{13}$	$6.57 \times 10^{13}$
绥德	$9.53 \times 10^{13}$	$1.10 \times 10^{14}$	$2.06 \times 10^{14}$	黄龙	$3.93 \times 10^{11}$	$2.17 \times 10^{10}$	$4.15 \times 10^{11}$
米脂	$2.18 \times 10^{14}$	$1.14 \times 10^{14}$	$3.32 \times 10^{14}$	甘泉	$1.32 \times 10^{11}$	$3.11 \times 10^{11}$	$4.43 \times 10^{11}$
佳县	$2.07 \times 10^{14}$	$3.30 \times 10^{14}$	$5.37 \times 10^{14}$	富县	$1.56 \times 10^{11}$	$4.55 \times 10^{11}$	$6.11 \times 10^{11}$
吴堡	$2.48 \times 10^{13}$	$1.59 \times 10^{13}$	$4.07 \times 10^{13}$	延川	$7.00 \times 10^{12}$	$4.78 \times 10^{13}$	$5.48 \times 10^{13}$
清涧	$2.04 \times 10^{14}$	$1.80 \times 10^{14}$	$3.84 \times 10^{14}$	宝塔	$1.86 \times 10^{13}$	$6.12 \times 10^{13}$	$7.98 \times 10^{13}$
子洲	$1.72 \times 10^{14}$	$1.86 \times 10^{14}$	$3.58 \times 10^{14}$	延长	$3.63 \times 10^{13}$	$5.14 \times 10^{13}$	$8.77 \times 10^{13}$
榆林	$1.94 \times 10^{15}$	$1.41 \times 10^{15}$	$3.36 \times 10^{15}$	安塞	$6.68 \times 10^{13}$	$4.27 \times 10^{13}$	$1.09 \times 10^{14}$
				延安	$2.49 \times 10^{14}$	$5.05 \times 10^{14}$	$7.54 \times 10^{14}$

## 3 结论

(1) 淤地坝的建坝密度、实测拦泥库容、单坝控制面积, 两两成正相关。今后在淤地坝规划设计中, 要充分考虑扩大淤地坝单坝控制面积这一因素, 可控制小流域泥沙不出沟。在淤地坝淤积年限内, 应采取谷坊山沟治理、梯田坡面治理、林草措施治理等水土流失治理措施。将淤地坝建设与这些水土保持措施合理配置, 可更大程度上发挥淤地坝在小流域治理的重要作用。

(2) 榆林市的大、中型淤地坝利用状况较好, 主要用于种植农作物, 但是种植作物太过单一, 应该改变传统的种植方式。延安市大、中型淤地坝的利用状

况并不理想, 只局限于拦截泥沙, 这也使得延安市的淤地坝的利用、发展有着很大的潜力。今后应大力加快淤地坝产业结构多元化, 不仅要发展农业, 还要发展林果业、副业、经济作物业, 提高坝地实际利用价值。要从根本上促进农业发展, 提高经济效益。

经实地考察, 有相当一部分淤地坝拦挡的水作为当地群众饮用水, 生活污水也排入了淤地坝淤成的蓄水区中, 而且没有经过净化就直接输送到各户, 这对群众的健康造成了威胁, 建议对淤地坝蓄水区进行净化再输送到各户。

(3) 走户调查发现集体承包形式中的乡村管护成本低, 便于筹集资金。个人承包形式责任明确, 但是在管护淤地坝质量技术上有所欠缺, 积累了很多质量问题并未解决。租赁和拍卖形式包括面向个人和

面向集体,通过调查,大部分农民都接受这 2 种形式的管护,这种方式不仅对租赁对象、拍卖对象有着经济上的收益,并且当地群众也能够得到一定的租金,彼此互惠互利,有利于上推动地方经济发展。因此今后对淤地坝的管护应侧重于租赁和拍卖的管护方式。

随着城镇化进程的加快,越来越多的农村人口流向城市,加上农民管护淤地坝技术比较差,使得许多淤地坝没有得到很好的保护而出现了较多的工程质量问题。应对承包个人或集体管护负责人进行定期培训,责任落实到人。及时上报工程质量,不能仅依靠国家上级部门下达文件后才进行调查和管护。

(4) 陕北大、中型淤地坝安全隐患最严重的部分为坝体隐患。坝体是淤地坝最重要的组成部分,它是其它所有淤地坝部件的支撑,也是下游村庄、建筑物不受洪水侵袭的安全保障,它的问题很大程度上影响了整个淤地坝的可持续利用,今后不仅要加大对坝体

进行维修的力度,更要在今后新修淤地坝时合理规划各部件,减少病险的发生,使其发挥出最大作用。

(5) 陕北大、中型淤地坝控制面积为 28 703.84 km<sup>2</sup>,占到了陕北土地总面积的 35.75%,并且拦沙总量达到了  $4.11 \times 10^{15}$  kg,充分体现了淤地坝的拦泥淤地作用,更加充分地肯定了淤地坝在陕北水土流失治理中的重要地位。

#### [参 考 文 献]

- [1] 韩兴,章瑞银.论生态系统修复与区域可持续发展的关系[J].水土保持研究,2004,11(18):198-200.
- [2] 姜峻,都全胜.陕北淤地坝发展特点及其效益分析[J].中国农学通报,2008,1(24):503-509.
- [3] 焦菊英,王万忠,李靖,等.黄土高原丘陵沟壑区淤地坝的淤地拦沙效益分析[J].农业工程学报,2003,19(6):302-305.
- (上接第 144 页)
- [4] 臧淑英,那晓东,李雁,等.大庆地区草地退化驱动机制分析[J].北京林业大学学报,2007,29(2):216-221.
- [5] 陈秋红.草地生态系统动态演化机制研究综述[J].草业与畜牧,2009(6):6-13.
- [6] 江立方,陈生会,白从义,等.草地退化后陕北农牧交错带生态系统重建模式的研究[J].家畜生态学报,2007,28(4):87-100.
- [7] 李辉霞,刘淑珍.西藏自治区北部草地退化驱动力系统分析:西藏自治区那曲县试验[J].水土保持研究,2005,12(6):215-217.
- [8] 朱连奇.区域受损生态系统的恢复与重建研究:以福建省长汀县和田山区为例[J].地域研究与开发,2001,20(1):58-61.
- [9] Chen J, Matsushita B, Eklundh L, et al. A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky-Golay filter[J]. Remote Sensing of Environment, 1991, 20(3): 332-344.
- [10] 李博.中国北方草地退化及其防治对策[J].中国农业科学,1999,30(6):1-9.
- [11] 戴建华,孙科,陈辉.我国西部地区退化生态系统的恢复与重建探讨[J].福建林业科技,2010,37(1):115-120.
- [12] Zang S Y, Zang J, Jia L. Landscape change and its effect on the environment of Daqing City[J]. Progress in Natural Science, 2005, 15(7): 641-649.
- [13] 陈灵芝.退化生态系统恢复与人工生态系统重建研究刻不容缓[J].生物科学信息,1990,2(3):104-105.
- [14] 黄川,谢红勇,龙良碧.三峡湖岸消落带生态系统重建模式的研究[J].重庆教育学院学报,2003,16(3):63-66.