

陕北地区淤地坝建设对项目区及黄河水资源的影响分析

任碧琴¹, 高照良^{2 3}

(1 延安市水土保持工作队, 陕西 延安 716000)

2 中国科学院水利部水土保持研究所; 3 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘要:通过对陕北地区淤地坝建设的淤地过程耗水量、蒸发损失量、死库容拦水量等耗水因素计算分析, 得出陕北地区淤地坝建设将耗用黄河水资源最大不超过 10 亿 m^3 , 继而通过比例分析认定该水量仅占项目区水资源总量 78.37 亿 m^3 的 12.8%, 黄河河川径流量的 2%, 对黄河水资源的影响甚微, 同时通过耗水分系认为但耗用的这部分水资源, 将对促进陕北地区农业增产、农民增收和农村经济发展以及巩固退耕还林成果, 改善生态环境产生不可估量的作用, 更为重要的是该区淤地坝的建成和运行将大大减少该区的入黄泥沙, 相应的必然减少黄河下游输沙用水, 因而可能从另一个侧面缓解黄河水资源匮乏的问题

关键词: 水资源总量; 淤地过程耗水量; 蒸发损失量; 死库容拦水量

中图分类号: S157.31

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)04-0189-03

Analyses on Effect of Sediment-storage Dam Construction on Water Resource of North Shannxi and the Yellow River

REN Bi-qin¹, GAO Zhao-liang^{2 3}

(1. Workgroup of Soil and Water Conservation of Yan'an, Yan'an, Shaanxi 716000, China,

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, 3. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract Some factors of water consumption on the proceeding of sediment-storage dam construction, such as water consumption in silt proceeding, water consumption of evaporation and dead storage of the sediment-storage dam, were studied. The main result showed that the consumption of water resource of the Yellow River which needed in the proceeding of sediment-storage dam construction won't exceed $10^9 m^3$. That is 12.8% of the total water resource of North Shannxi and 2% of runoff of the Yellow River. Further study showed that this partition of water can boost the yield of crop, increase the income of farmer and consolidate the effects of crop withdrawal of North Shannxi. Above all, the construction and fulfillment of the sediment-storage dam will block sediments to the Yellow River enormously, that will cut down the amount of water which used to transport the sediments of lower reaches of the river. So it can resolve the problem of the water resource shortage of the Yellow River by another aspect.

Key words the total amount of water resource; water consumption in silt proceeding; water consumption of evaporation; dead storage

1 陕北地区淤地坝建设项目区水资源量

陕西省淤地坝建设区多年平均径流量 78.37 亿 m^3 (根据 1989 年前实测资料计算), 占整个黄土高原地区多年平均天然径流量 359.5 亿 m^3 的 21.8%, 占全黄河多年平均天然径流量 570 亿 m^3 的 13.7%。其中占陕西省淤地坝建设数量 82% 的陕北地区, 多年平均径流量只有 27.85 亿 m^3 (根据 1989 年前

实测资料计算), 仅占黄河多年平均天然径流量的 4.9%, 由于沟壑纵横, 植被稀少, 径流大多由暴雨洪水形成, 陡涨陡落, 且含沙量高, 给当地水资源有效利用造成很大的困难

2 淤地坝建设对水资源的影响方式

2.1 淤地坝的运行方式

由于不同类型淤地坝在坝系中所起的作用不一样, 所以

① 收稿日期: 2004-07-15

作者简介: 任碧琴 (1964-), 女, 工程师, 毕业于葛洲坝水利水电工程学院水利专业, 长期从事水土保持研究和实践工作。

各自的运行方式也不相同。骨干坝设计淤积年限为 10~ 30 年; 中型淤地坝设计淤积年限 5~ 10 年; 小型淤地坝设计淤积年限为 5 年以下。一般在水资源影响分析时, 骨干坝淤积年限按 20 年考虑, 中小型淤地坝淤积年限按 8 年考虑。

骨干坝承担坝系的防洪任务, 防洪和拦泥库容较大, 死库容(卧管底部高程以下)一般为 3~ 4 万 m³, 1~ 3 年可淤满, 淤满前在拦泥的同时也拦蓄径流, 当拦泥库容淤满后, 为保证坝体和坝系的安全, 即来即排, 滞洪时间一般为 3~ 5 d

中型淤地坝的主要作用是拦泥淤地, 不承担坝系的防洪任务, 防洪库容较小, 死库容(卧管底部高程以下)一般为 1~ 2 万 m³, 1~ 2 年可淤平, 一般不蓄水, 即来即排。

小型淤地坝的作用是拦泥淤地, 一般只建设坝体, 不设溢洪道和卧管等排水设施, 淤满前全部拦蓄, 淤满后一侧开沟, 即来即排。

表 1 陕西省黄河流域各支流(片)径流量计算表

名称	水文站	径流模数 / (10 ⁴ m ³ ·km ⁻² ·a ⁻¹)	流域面积 /km ²		省内径流量 /10 ⁸ m ³
			全河	省内	
皇甫川	皇甫	5.51	3246	418	0.23
清水河	清水	6.38	882.5	567	0.36
孤山川	高石崖	7.25	1272	1016	0.74
窟野河	温家川	7.93	8706	4069	3.23
秀尾河	高家川	11.64	3294	3372	3.93
佳芦河	申家湾	6.77	1134	1136	0.77
无定河	白家川	4.26	30261	21616	9.21
清涧河	延川	4.13	4080	4078	1.68
延河	甘谷驿	3.76	7687	7742	2.91
汾川河	新市河	2.25	1785	1785	0.40
仕望河	大村	4.10	2356	2356	0.97
泾河	张家川	4.19	45421	9236	3.87
北洛河	状头	3.42	26905	26533	9.07
渭河	华县	9.79	62440	33784	33.07
南洛河	黑石关	15.19	18880	3073	4.67
沿黄其他支流		4.00		8149	3.26
闭流区				4523	
合计			5.87	218350	133452

2.2 淤地坝对水资源的影响机制

骨干坝和中型淤地坝运用初期, 死库容同时拦蓄径流泥沙, 其对水资源的影响是拦蓄径流, 增加蒸发量和地下水补充量, 减少水量下泄。当水位超过卧管底部高程后, 拦蓄的水量可以通过卧管排入下游, 这两类坝在死库容淤满后到拦泥库容淤满前, 利用拦泥库容调蓄水资源, 一般采取蓄洪排清。该阶段淤地坝对水资源的影响, 主要包括: 淤泥中含水量及蒸发损失。小型淤地坝仅在运行初期拦蓄水量和产生水面蒸发损失。各种淤地坝在坝地淤成后, 上游来水即来即排, 对水资源的影响很小。

由此可见, 淤地坝对水资源的影响: 一是死库容拦蓄少部分径流; 二是小型淤地坝初期, 中型淤地坝和骨干坝拦泥库容淤满前拦水所增加的蒸发量; 三是坝地淤成后增加的生产种植用水量。

3 淤地坝建设对入黄水资源量的影响分析

3.1 不同水平年淤地坝建设规模

按照规划安排, 到 2010 年共建成淤地坝 4.5 万座(新建 4.0 万座, 加固 0.5 万座), 其中骨干坝 0.82 万座, 中小型淤地坝 3.68 万座; 到 2020 年, 累计建设淤地坝 9.282 5 万座(其中新建 8.785 2 万座), 其中骨干坝 1.609 6 万座, 中小型淤地坝 7.672 9 万座。

3.2 淤地坝建设新增耗用水量

(1) 淤地过程耗用水量。淤地坝拦泥和拦洪是同时进行的, 拦洪的目的是拦泥, 洪水排出, 剩下淤泥。计算淤地坝的减水量, 只计算淤泥中所含的水量, 其中一部分消耗于蒸发, 一小部分从地下流入河中, 据此, 淤地坝淤地过程耗用水量计算公式如下:

$$\Delta W = \Delta S^2 / r + M_b Z F (1 - k)$$

式中: F —淤泥冲刷率; ΔS —淤地坝拦泥量(万 t); r —淤泥干容重(1.35 t/m³); M_b —治理前淤地区地表径流模数(m³/km²·a); Z —蓄水指标(%), 按 93% 计算; F —累计坝地面积。

计算结果见表 2 到 2010 年, 淤地过程耗用水量为 3.10 亿 m³, 到 2020 年, 达到 5.49 亿 m³, 2020 年以后又逐年减少。

(2) 蒸发损失量。包括前期蓄水新增水面蒸发和坝下渗漏潜水蒸发损失。骨干坝蓄水期新增水面蒸发损失: 陕西黄土高原平均水面蒸发能力 1000 mm (E601), 折合大水体蒸发相当于 810 mm, 扣除蓄水前的陆地蒸发 400 mm, 蓄水后新增蒸发能力 410 mm。2010 年增加蒸发水量 0.17 亿 m³, 2020 年增加蒸发水量 0.96 亿 m³。2040 年骨干坝淤满后水面蒸发变为坝地种植用水。

(3) 死库容拦水量。根据淤地坝建设进度及拦蓄死库容, 扣除蒸发损失量, 到 2010 年, 拦蓄 3.16 亿 m³, 到 2020 年为 3.05 亿 m³, 到 2026 年为零。

从以上分析计算可知, 不同水平年淤地坝新增耗用水量为: 2010 年 6.43 亿 m³, 其中淤地过程耗用水量 3.10 亿 m³, 蒸发损失 0.17 亿 m³, 拦蓄水量为 3.16 亿 m³。

2020 年用水量为 9.50 亿 m³, 其中淤地过程耗用水量 5.49 亿 m³, 蒸发损失 0.96 亿 m³, 拦蓄水量为 3.05 亿 m³。

淤地坝全部淤满前实际最大耗用水资源量(大约在 2020 年)约为 9.50 亿 m³。因此, 淤地坝建成后减少入黄水资源量为 3~ 10 亿 m³, 按最大年 10 亿 m³ 计算, 占项目建设区水资源总量 78.37 亿 m³ 的 12.8%。

4 陕北地区淤地坝建设耗水对项目区及黄河水资源影响评价

4.1 淤地造田, 提高粮食产量, 促进农业生产

陕北地区基本农田很少, 粮食的供给成为困扰农业生产的主要原因, 淤地坝建设既可增加稳产高产基本农田面积, 又能增加粮食产量, 在人均耕地较少的陕北地区, 打淤地坝

是增加优质高产农田的一种有效途径。据调查,坝地平均产量 4 500~ 6 000 kg/hm²,高的达 13 500 kg/hm²,是坡耕地的 6~ 10 倍。如:延安市吴旗县,全县现已利用坝地 667 hm²,是坝地所在地方的主要产粮区,玉米平均产量 6 000 kg/hm²以上,比旱梯田增产 3 000 kg/hm²以上,是坡耕地均产的 10 倍。另据陕西省水利厅和榆林市、延安市水保局联合调查,子洲、绥德两县,坝地面积分别占耕地面积的 6.8% 和 4.8%,所产粮食占总产量的 27.8% 和 30%。特别是在大旱的情况下,坝地抗灾效果更加显著。

表 2 淤地坝耗用水量计算表

年份	拦泥量 /10 ⁸ m ³	累计淤成 坝地/hm ²	耗水量 /10 ⁸ m ³	蒸发量 /10 ⁸ m ³	死库容拦 水/10 ⁸ m ³
2003年	1.04	0	0.53	0.10	0.55
2004年	2.08	0	1.06	0.10	1.10
2005年	3.12	0	1.59	0.10	1.65
2006年	3.92	0	2.00	0.15	2.08
2007年	4.73	0	2.41	0.15	2.51
2008年	5.13	4167	2.64	0.15	2.72
2009年	5.53	8335	2.87	0.15	2.93
2010年	5.94	12502	3.10	0.17	3.16
2011年	6.34	16670	3.33	0.23	3.15
2012年	6.74	20837	3.56	0.28	3.14
2013年	7.14	25525	3.79	0.35	3.13
2014年	7.54	30213	4.02	0.41	3.12
2015年	7.95	34901	4.26	0.48	3.11
2016年	8.35	39589	4.49	0.54	3.10
2017年	8.75	44277	4.72	0.61	3.09
2018年	9.15	52998	4.98	0.72	3.08
2019年	9.55	61720	5.23	0.84	3.07
2020年	9.96	70441	5.49	0.96	3.05
2021年	9.55	79163	5.34	1.08	3.00
2022年	9.15	87884	5.18	1.20	2.20
2023年	8.23	101640	4.79	1.39	1.20
2024年	7.30	115397	4.40	1.58	
2025年	6.38	129153	4.01	1.77	
2026年	5.98	138742	3.86	1.90	
2027年	5.58	148331	3.71	2.03	
2028年	5.17	157920	3.57	2.16	
2029年	4.77	167510	3.42	2.29	
2030年	4.37	177099	3.27	2.42	
2031年	3.97	186167	3.12	2.54	
2032年	3.57	195236	2.96	2.67	
2033年	3.05	204304	2.75	2.79	
2034年	2.53	213372	2.54	2.92	
2035年	2.01	222441	2.33	3.04	
2036年	1.61	227476	2.16	3.11	
2037年	1.21	232511	1.98	3.18	
2038年	0.80	237546	1.80	3.25	
2039年	0.40	242581	1.63	3.32	
2040年	0.00	247616	1.45		
2041年	0.00	247616	1.45		
2042年	0.00	247616	1.45		
合计	198.60	247616	127.29	51.11	54.14

4.2 增加农民收入,促进经济结构调整,发展农村经济

坝地良好的水肥条件和高产稳产,为发展优质高效农业

和调整产业结构奠定了基础,为农业结构调整创造了条件,使过去单一的粮食生产经济结构,转变为农、林、牧、副、渔各业并举,多种经营,增加了农民收入,发展了农村经济。榆林韭园沟流域,过去“靠天种庄园,雨大冲良田,天旱种田,生活犯熬煎”,自从开展以小流域为单元治沟打坝以来,带动了各业生产,2001年人均纯收入达 1 970元,电视、电话、摩托车等开始进入百姓家。延安宝塔区燕沟流域,利用 8 座骨干坝发展水浇地 33.3 hm²,建成温室 10 座,蔬菜大棚 4 座,年加工 10 000 kg 的马铃薯粉厂。目前延河流域已涌现出一些“沟里坝连坝,山上林草旺,家家有牛羊,户户有余粮”的村庄。

陕北地区是我国贫困人口集中、经济基础薄弱的地区,目前仍然有 30 万贫困人口,农民人均纯收入为全国平均水平的 73%。该区人民群众能否脱贫致富,将直接影响陕西全面建设小康社会总目标的如期实现,而加快黄河中游地区淤地坝建设,对促进地方经济发展和群众脱贫致富,全面建设小康社会具有重要的现实意义。

4.3 淤地坝能促进退耕还林,加快生态建设步伐

淤地坝建设,增加了水肥条件较好的基本农田,使农民由过去的广种薄收改为少种高产多收,优化了土地利用结构,解除了群众的后顾之忧,与国家退耕政策相配合,就能够保证现有坡耕地“退得下、稳得住、不反弹”,为植被恢复创造了条件,促进了山川秀美的实现。如:吴旗县人均基本农田达到 0.13 hm² 以上坝地的地方,退耕群众容易接受,难度较小。2002 年冬天,人均坝地达到 0.13 hm² 的薛岔乡淤滩沟一次性退耕 30 hm²,淤沟一次性退耕 32 hm²,人均 0.27 hm²。这些退耕地全部种上了山杏、山桃和草,为全县退耕还林还草,调整农村产业结构起到了示范作用。而达不到 0.13 hm² 基本农田的农户,退耕一次到位比较困难,还要留出 0.13~ 0.27 hm² 的坡耕地作为口粮田。又如陕西清涧老舍古流域,大力发展淤地坝后,人均基本农田 0.18 hm²,人均产粮 415 kg,退耕 1 937 hm²,占原耕地面积的 43.9%。绥德县王茂庄小流域,有坝地 26.7 hm²,在人口增加、粮食播种面积缩小的情况下,粮食总产稳定增加,大量坡耕地退耕还林还草,耕地面积由占总面积的 57% 下降到 28%,林地面积由 3% 上升到 43%,草地面积由 3% 上升到 7%。实现了人均林地 2.4 hm²,草地 0.3 hm²,粮食超千斤。另外,作为淤地坝建设的副产品——农村小水电缓解了农村的能源问题,一定程度上解决了退耕还林的成果毁坏问题。

4.4 拦泥保土,减少入黄泥沙,防洪减灾,保护下游安全

以小流域为单元,淤地坝通过坝系建设,大、中、小结合,骨干坝控制,层层拦截,具有较强的削峰、滞洪能力和上拦下保的作用,能有效地防止洪水泥沙对河道下游造成的危害。如:1992 年 7 月,榆林韭园沟流域发生 150 年一遇的洪水,坝系工程拦蓄洪水 593 万 m³,缓洪 514 万 m³,削减洪量 89.7%,保证了下游坝地、生产生活设施的安全。据调查分析,

(下转第 208 页)

格保护风景名胜资源; 严格保护生态环境; 正确处理开发和保护风景名胜的关系; 正确处理近期和远期的关系; 发展风景区旅游事业兼顾周围农村经济的繁荣; 逐步改善旅游接待条件, 建筑要体现我国的民族特色。

为确保黄山规划得到严格执行, 安徽省黄山规划委员会, 定期研究黄山保护、规划建设和管理中的重大问题, 对黄山及其周边区域进行规划协调和监督管理。黄山管委会建立并实施了一整套以规划为控制依据的项目管理和审批程序, 严把建设工程选址、方案设计、环境评估、施工组织等关键环节的审批关。凡工程选址不利于保护人文古迹和自然资源的, 方案设计与风景名胜景观不协调的项目均不予上报, 一切服从保护的需要。对已批准立项的工程项目, 在施工建设过程中, 保护部门实施全过程跟踪管理。在建筑格调上, 我们在遵循规划中提出的“保持地方特色”原则的同时, 注重工程建筑与周围景观的协调, 因地制宜, 因景制宜, 依山就势, 顺其自然, 达到了“以物衬景”、“相得益彰”的建筑效果, 并在实践中总结出黄山建筑物“宜低不宜高, 宜藏不宜露, 宜素不宜艳, 宜衬景不宜败景”的成功经验。1998年联合国专家组对中国世界遗产地进行评估总结时指出: “黄山可以作为东亚地区将旅游设施和和谐地融入自然景观的示范。”

2.3 规划实施的法律保障^[3]

要切实保护好黄山的文化与自然遗产, 仅仅依靠管理者的执着和人们的自觉性是难以保障的, 依法管理才是根本。因此, 十多年来, 我们在广泛宣传, 着力增强保护意识的同

- 参考文献:
- [1] 胡济源. 黄山旅游地学志出版社 [M] 合肥: 黄山书社, 1996 22- 36
 - [2] 李四光. 安徽黄山之第四纪冰川现象 [J] 中国地质学会志, 1936 15(3): 279- 290
 - [3] 王桂梭, 潘宝林. 黄山旅游与环境研究 [M] 北京: 中国科学技术出版社, 1996

(上接第 191页)

每淤成 0.067 hm² 坝地平均拦泥 3 000 m³ 以上。目前, 榆林市建成的淤地坝控制水土流失面积 1.17 万 km², 已经拦蓄泥沙 2.2 亿 m³, 作为综合治理体系中的最后一道防线, 它的拦泥效果是显著的。另外, 从投资看, 上游拦截 1 t 泥沙的淤地坝建设费用是 1 元钱, 而下游的清淤加固费就是 20 元以上。同时, 治沟骨干工程和淤地坝建设对消减洪峰、抬高沟床侵蚀基点、控制沟床下切、沟岸扩张都有明显效果, 可使沟壑侵蚀大大减轻。

4.5 促进水资源利用, 解决农民生活生产用水

淤地坝运行前期作为水源工程, 小流域坝系中部分骨干坝作小水库使用, 能够有效蓄积、利用地表径流, 提高水资源利用率, 对解决水资源缺乏地区的农民生活和农业生产用水发挥着重要作用。据调查, 黄河中游地区已建成的淤地坝, 解

参考文献:

- [1] 李锐. 黄土高原淤地坝现状和存在问题 [J] 水土保持研究, 2003 10(5): 1- 6
- [2] 郭索彦. 加快淤地坝建设为全面建设小康社会提供生态保障 [J] 水土保持研究, 2003 10(5): 6- 8
- [3] 杜榜清. 论黄河中游多沙粗沙区库坝建设与水沙资源利用模式 [J] 水土保持研究, 2003 10(5): 54- 56.
- [4] 周万龙. 加快陕北地区生态环境建设的重要措施 [J] 水土保持研究, 2003 10(5): 13- 14
- [5] 程积民, 万惠娥. 中国黄土高原植被建设与水土保持 [M] 北京: 中国林业出版社, 2001. 342- 351

时, 十分注意运用法律手段来规范管理。依据国家《宪法》、《森林法》、《城市规划法》、《建筑法》、《文物保护法》、《土地管理法》、《环境保护法》等法律和国务院《风景名胜区管理暂行条例》等法规; 实施国务院同意建设部批准实施的《黄山风景名胜区总体规划》; 贯彻省人大颁布的《黄山风景名胜区管理条例》, 省、市政府颁布的《黄山风景区森林防火布告》、《关于加强黄山风景区保护与管理的布告》、《关于加强黄山风景区环境管理的布告》等地方性法规、政令; 执行黄山管委会颁布的《黄山风景区卫生管理办法》、《关于黄山风景区森林植物检疫暂行办法》、《黄山风景区临时建筑和临时用地管理暂行规定》、《黄山风景区建设工程现场管理暂行办法》等规章制度。这些重要法律法规, 基本涵盖了景区管理工作的各个方面, 使遗产地的保护与管理工作走上了有法可依、违法必究、依法管理的法制轨道。

3 结 语

黄山地质遗产地具有突出价值的地质和地层构造, 具有重要科研价值的第四纪冰川遗迹, 罕见的花岗岩奇峰地貌, 具有丰富的、珍稀的动植物资源, 符合编入标准 IV。当前, 黄山风景名胜区继续坚持“严格保护, 统一管理, 合理开发, 永续利用”的工作方针, 坚持“保护第一”的指导思想, 对遗产地资源的保护采取法律的、行政的、经济的、科学的等多种形式的管理手段, 具体保护措施科学合理, 技术含量高, 行之有效, 较科学合理地处理保护与利用之间的关系。

决了 1 000 万人的饮水困难问题。同时, 利用骨干坝前期蓄水发展灌溉面积 2.33 万 hm²。延安王窑水库不仅解决了附近村镇的人畜用水, 而且成为延安市用水的支柱。“十年九旱”的安塞县县南沟流域, 多年靠窖水和在几十里外人担畜驮解决人畜饮水, 通过坝系建设, 不仅彻底解决了水荒, 而且每年还向流域外调水 50 多万 m³, 发展灌溉 133.3 hm²。

综上所述, 陕西省黄土高原地区淤地坝建设将耗用黄河水资源量不足 10 亿 m³, 占项目建设区水资源总量 78.37 亿 m³ 的 12.8%, 占黄河河川径流量的 2%, 耗用的这些水资源, 促进了黄土高原地区内农业增产、农民增收和农村经济发展, 巩固了退耕还林成果, 改善了生态环境。淤地坝拦泥减沙作用相应减少了黄河下游输沙用水, 相对缓解了黄河水资源匮乏问题。