

主 编 郭文元 贾志军
副主编 田玉龙 周玉珍 卫元太

晋西

淤地坝试验研究

文集

黄河水利出版社

晋西淤地坝试验研究文集

主 编 郭文元 贾志军
副主编 田玉龙 周玉珍 卫元太

黄河水利出版社

内 容 提 要

本文集收编了新中国建立以来山西省水利水保业务部门和科研单位的广大科技工作者在淤地坝工程设计、施工技术、管理运用、坝地防洪保收和坝系相对稳定等方面的定位试验和原型观测成果、群众经验调查总结、理论计算分析和具体实施方法等研究论文 29 篇,旨在总结淤地坝建设与管理运用等经验,进一步促进淤地坝建设和山丘区农业生产的发展,有效地控制黄土高原水土流失。本书可供水土保持、环境整治和农、林、牧、水等部门的科技工作者与管理人员及有关大中专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

晋西淤地坝试验研究文集/郭文元主编. — 郑州:黄河水利出版社, 2000. 8
ISBN 7-80621-427-5

I. 晋… II. 郭… III. 黄土高原-挡水坝-试验-研究-文集 IV. TV649-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 32166 号

责任编辑:赵文礼
责任校对:赵宏伟

封面设计:朱 鹏
责任印制:温红建

出版发行:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 12 层 邮编:450003

E-mail: yrcp@public2. zz. ha. cn

发行部电话:(0371)6302620 传真:6302219

印 刷:河南第二新华印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:12.5

版 次:2000 年 8 月 第 1 版

印 数:1—1 100

印 次:2000 年 8 月 郑州第 1 次印刷

字 数:286 千字

定 价:24.80 元

前 言

淤地坝是治理水土流失的一项主要工程措施。它在拦泥淤地、有效控制水土流失、防洪减灾、发展当地生产和改善生态环境等方面的巨大作用,已被广大干部群众所认识。

山西省打坝淤地历史悠久,具有丰富的经验。《汾西县志》中的“涧河沟渠下湿处,淤漫成地,易于收获。高田值旱,可以抵租,向有勤民修筑”的记载,即是对明代万历年间群众打坝淤地的描述。由于历代生产力落后和小农经济的束缚,坝地得不到应有的发展。新中国建立后,在党和政府的正确领导与大力支持下,淤地坝建设得到很快发展,截至1997年底,全省已建成淤地坝33 240座,坝地面积由新中国建立初期的不足900hm²发展到18.83万hm²。山西省的淤地坝建设,大体经历了试办和示范、高速发展、以骨干坝为依托的坝系建设、向规范化纵深方向迈进4个阶段。50年来,在淤地坝建设中,广大科技工作者在坝系工程设计、施工技术、管理运用、坝地防洪保收技术和坝系相对稳定等方面均做了大量试验研究和分析工作,付出了艰辛的劳动,取得了可喜的成果,促进了淤地坝建设事业的健康、稳步发展。

山西省是我国水土流失最严重的省份之一,全省水土流失面积10.83万km²,占总土地面积的69%。全省多年平均年输沙量4.56亿t,其中黄河流域年输沙量3.66亿t、海河流域年输沙量0.9亿t。据调查统计,仅晋西28县就有1~5km长的自然沟道26 271条、6~11km长的自然沟道1 758条、12km以上的自然沟道437条,且这些沟道大都具有修建淤地坝的条件。山西省发展坝系农业的前景十分广阔,淤地坝建设任重而道远。

为促进淤地坝建设事业的健康、快速发展,本文集精选新中国建立50年来山西省水利、水土保持工作者在淤地坝建设与坝地利用方面的试验研究论文29篇,内容包括定位试验和原型观测的研究成果、群众经验总结,既有理论方面的计算分析,又有具体实施的方法和建议,旨在为搞好本省水土流失区淤地坝建设、有效防治水土流失和促进当地农业经济发展提供一些有价值的科学依据。

限于编者水平,加之时间仓促,本文集中定会存在一些问题和不足,敬请广大读者批评指正。

编 者

2000年5月

目 录

前 言

工程设计

关于淤地坝设计洪水标准确定方法的探讨	郭文元 穆天亮(1)
关于淤地坝骨干工程有关问题的探讨	郭文元 李如鸿(6)
淤地坝坝系调洪计算方法初探	李生惠 郭文元(13)
淤地坝枢纽结构的选择及溢洪道最佳宽度的确定	穆天亮 郭文元(18)
淤地坝放水涵洞最佳位置的探讨	王连生 赵喜云 杨英泽(24)

施工技术

保德县贾家岭公社水力冲填筑坝

经验总结	保德县贾家岭公社 山西省水土保持科学研究所(27)
桃儿嘴水力冲填坝试验报告	桃儿嘴冲填坝试验组(37)
吴城水库冲填坝施工技术	吴城水库冲填坝试验组(63)
定向爆破与水力冲填相结合筑坝试验成果报告	山西省水土保持科学研究所(76)
半沟流域坝地一次成地与逐年淤积成地	
效益预测分析	聂兴山 许国平 马银喜 杨照平 卓 莹(83)

管理运用

植物护坡土坝过水试验研究	土坝过水防护措施研究课题组(87)
淤地坝坝坡开发利用及其防护措施	尹增斌 周玉珍(97)
水力冲填坝运用期坝体质量及运用情况调查	郭文元 王子科 杨穆堂(104)
关于晋西坝地利用中的问题与建议	郭文元 卫元太 刘 震 刘正魁(109)
淤地坝管理运用中的问题与对策	许国平 郭文元(113)

坝地防洪保收

坝地防洪保收技术研究报告	郭文元 卫元太 刘正魁 许国平 聂兴山 赵海仙(116)
坝地玉米、高粱耐淹试验研究	卫元太 郭文元 刘正魁 聂兴山 许国平 赵海仙(125)
坝地防洪保收技术要点	郭文元 卫元太 刘正魁 聂兴山 许国平 赵海仙(135)
坝地防洪保收与涵洞泄量	
关系探讨	许国平 郭文元 卫元太 刘正魁 聂兴山 赵海仙(138)

坝地排洪渠最优设计标准初探 ... 许国平 赵海仙 郭文元 卫元太 刘正魁 聂兴山(141)

汾西县坝地防洪能力分析和防洪保收

 经验调查..... 郭文元 卫元太 刘正魁 许国平 聂兴山 赵海仙 要荣寿(145)

王家沟流域坝系防洪能力分析 刘 震 刘正魁(150)

建设防洪保收坝地是山区发展高产优质高效

 农业的重大举措 聂兴山 郭文元 卫元太 许国平(157)

坝系农业与坝系相对稳定

山西省坝系农业建设与发展前景..... 范瑞瑜(160)

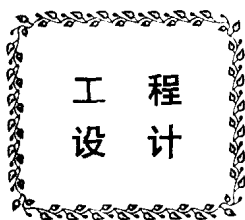
淤地坝建设与黄土高原农业可持续发展..... 聂兴山 郭文元 卫元太(166)

王家沟流域坝地发展潜力及坝系相对稳定分析..... 赵海仙(170)

浅谈坝地在晋西农业生产中的地位 赵海仙 郭玉记(176)

晋西王家沟流域坝地发展灰色预测..... 聂兴山 许国平 郭文元(180)

王家沟流域淤地坝经济效益分析 卫元太 郭文元 刘 震 刘正魁(186)



关于淤地坝设计洪水标准 确定方法的探讨

郭文元 (山西省水土保持科学研究所)

穆天亮 (山西省吕梁地区水利水保局)

淤地坝建设,在山西省已有几百年的历史。《汾西县志》有关明代万历年间的“涧河沟渠下湿处,淤漫成地,易于收获。高田值旱,可以抵租,向有勤民修筑”的记载,即是对打坝淤地的描述。新中国建立后,山西淤地坝建设发展速度很快,全省坝地面积已由建国初期的 860 多 hm^2 ,发展到目前的 14.67 万 hm^2 。实践证明,打坝淤地可以有效地控制水土流失,是建设基本农田的重要途径之一,深受广大群众欢迎。但是,在以往的淤地坝设计和现行的一些淤地坝技术规范中,所采用或规定的设计洪水标准,还多是仿照小型水库工程的设计洪水标准而确定的。实际上,淤地坝与小型水库相比,其运用方式和内容等方面已有明显的不同。小型水库的主要作用是防洪、发电、灌溉和养殖等,而淤地坝淤满后,如不再继续加高,其主要作用就是防洪和坝地的安全生产了。因此,参照小型水库洪水标准而制定的淤地坝的设计洪水标准,不符合淤地坝的实际情况,体现不出淤地坝的特点。为进一步充实、完善淤地坝设计理论,促进淤地坝建设的飞速发展,本文拟就淤地坝设计洪水标准的确定方法谈点粗浅看法。

一、基本设想

“设计洪水”的含义,对不同的工程其具体内容是不相同的。淤地坝淤满后,只要坝地作物能够正常生产,就说明淤地坝能正常运用。因此,当设计洪水来临时,淤满后的坝内最大水深(即设计洪水情况下的溢洪道最大过水深),应该小于或等于坝地作物(高秆作物)的最大允许淹没深度,这样才能维持淤地坝的正常运用。

打坝淤地,应充分考虑其经济性。坝地的保收率,是衡量淤地坝经济性的一个重要指标。坝地土肥水足,有利于农作物生长,其产量几倍于山坡地,是山区农民主要的粮食生产基地之一。如果只是为了拦泥而建坝,那将会大大降低淤地坝应有的作用,淤地坝这项良好的水土保持治沟工程措施,也不易在黄土高原水土流失区得到普遍推广,不易为广大人民群众所接受。

综上所述,淤地坝设计洪水标准的确定,首先应该以设计洪水来临时,坝地作物(高秆作物)不受损失为基本原则。而淤地坝本身的安全,则由校核洪水来控制。

二、确定方法

根据上述设想,淤地坝设计洪水标准可按下述方法确定:

(1)当坝址确定后,即可根据当地水文计算手册求得坝址所在地各种频率 P 的洪峰模数 Q_{pm} 与洪量模数 W_{pm} ,并点绘出显示其地区特性的 $W_{pm}-Q_{pm}$ 及 $P-W_{pm}$ (或 Q_{pm}) 关系曲线。

(2)取坝地作物(高秆作物)的允许最大淹没深度为滞洪水深 $h_{滞}$,据坝高库容关系曲线,求得其相应的滞洪库容 $V_{滞}$ 。

(3)根据简化三角形洪水过程线的调洪公式 $q = Q_p(1 - V_{滞}/W_p)$ 及宽顶堰公式 $B = q/1.59h_{滞}^{1.5}$,在 $h_{滞}$ 和 $V_{滞}$ 既定情况下,每给定一个溢洪道宽度 B ,对于不同的洪水总量 W_p (或洪水模数 W_{pm}),便可确定其相应的洪峰流量 Q_p (或洪峰模数 Q_{pm})。由 W_p (或 W_{pm}) 和 Q_p (或 Q_{pm}) 可点绘出一条显示工程特性的 $W_{pm}-Q_{pm}$ 关系曲线。

(4)将由(1)和(3)所得的关系线点绘于同一坐标系中,即可找出其交点。由交点的坐标值,可在 $P-W_{pm}$ (或 Q_{pm}) 曲线上找到一频率,此频率即为淤地坝的设计洪水标准。在此设计洪水标准下,坝地作物是保收的,即淤地坝是正常运用的。

三、计算举例

欲在山西省吕梁地区方山县的某一流域建一淤地坝,坝址已定,控制流域面积为 3.54km^2 ,建坝地区属吕 II 区(据《山西省吕梁地区水文计算手册》,以紫金山—黑查山为界,以南地区为吕 II 区,属丘陵沟壑区),试确定该坝设计洪水标准。

根据《山西省吕梁地区水文计算手册》求洪峰流量的经验公式 $Q_p = C_{1p}H_{24p}F^{2/3}$ 和一次洪水总量的计算公式 $W_p = 0.1Kh_pF$,可得各种频率 P 的洪峰模数 Q_{pm} 和洪量模数 W_{pm} 于表 1。

表 1 吕 II 区洪峰模数与洪量模数

$P(\%)$	1	2	3	5	10
C_{1p}	0.27	0.24	0.24	0.23	0.20
$H_{24p}(\text{mm})$	195.65	170.30	154.05	137.80	112.45
K	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
$h_p(\text{mm})$	107.93	84.42	69.82	55.88	36.56
$Q_{pm}[\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{km}^2)]$	52.83	40.88	36.93	31.70	22.49
$W_{pm}(\text{万 m}^3/\text{km}^2)$	8.09	6.33	5.24	4.19	2.74

由表 1 中的 Q_{pm} 与其相应的 W_{pm} 值,可点绘出吕 II 区洪峰模数与洪量模数的关系曲线①(图 1),同时也可点绘出频率 P 与洪量模数 W_{pm} (或洪峰模数 Q_{pm}) 关系曲线(图 2)。

晋西的坝地农作物,多为高粱、玉米等高秆作物。据在中阳县高家沟流域观测,6 月下

旬至7月上旬,坝地内高粱和玉米的株高一般为0.5~1.5m。为计算方便,计算中暂取淤地坝作物的最大允许淹没深度为1.0m,即取 $h_{\text{滞}} = 1.0\text{m}$ 。考虑到晋西淤地坝的溢洪道宽度多在3~8m间,计算中溢洪道宽度分别取 $B = 3.0\text{m}$ 和 $B = 8.0\text{m}$ 两种情况,设计淤积年限取 $N = 15$ 年和 $N = 20$ 年两种情况,以作比较。流域内的年平均侵蚀模数取 1.6万 t/km^2 。

由该坝的坝高库容关系线得:当 $h_{\text{滞}} = 1.0\text{m}$ 时, $N = 15$ 年、 $N = 20$ 年的相应滞洪库容分别为 10万 m^3 和 12.1万 m^3 。利用公式 $q = Q_p(1 - V_{\text{滞}}/W_p)$ 和 $B = q/1.59h_{\text{滞}}^{1.5}$,假设不同的 W_p 值,便可分别求出 $N = 15$ 年、 $B = 3\text{m}$ 、 $B = 8\text{m}$ 和 $N = 20$ 年、 $B = 3\text{m}$ 、 $B = 8\text{m}$ 时,与 W_p 值相对应的 Q_p 值(表2)。

分别将表2中 $B = 3\text{m}$ 和 $B = 8\text{m}$ 时的 Q_{pm} 及其对应的 W_{pm} 值点绘于图1中,可得曲线②、③、④、⑤,并分别与曲线①相交于 a 、 b 、 a_1 、 b_1 点。由 a 、 b 、 a_1 、 b_1 的坐标值可在图2中分别查得其相应的频率为: $a' = 9\%$, $b' = 8\%$; $a'_1 = 7\%$, $b'_1 = 6\%$ 。 a' 、 b' 、 a'_1 和 b'_1 的值,即为不同设计淤积年限和不同溢洪道宽度下的设计洪水标准。

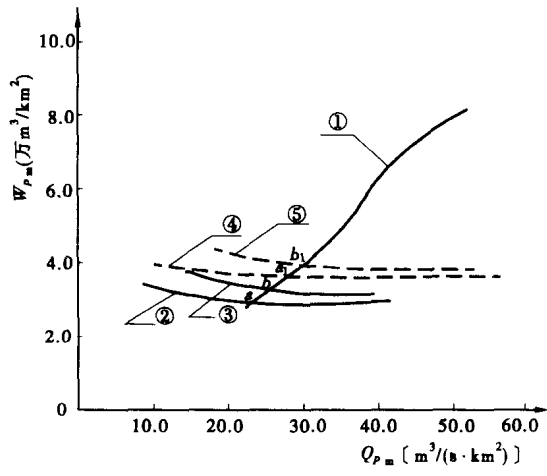


图1 $Q_{pm}-W_{pm}$ 关系曲线

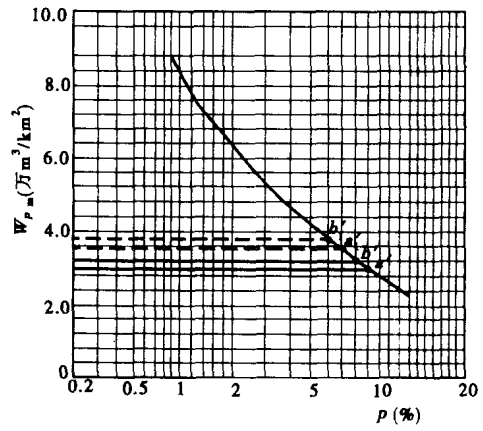


图2 $P-W_{pm}$ 曲线

表2 不同淤积年限、不同溢洪道宽度下的 W_p 与 Q_p 关系

项 目	$B = 3.0\text{m}$ $q = 4.77\text{m}^3/\text{s}$			$B = 8.0\text{m}$ $q = 12.72\text{m}^3/\text{s}$			N
$Q_p(\text{m}^3/\text{s})$	28.64	52.50	147.97	50.90	76.36	140.00	15 年
$W_p(\text{万 m}^3)$	12.00	11.00	10.34	13.35	12.00	11.00	
$Q_{pm}[\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{km}^2)]$	8.09	14.83	41.80	14.38	21.57	39.55	
$W_{pm}(\text{万 m}^3/\text{km}^2)$	3.39	3.11	2.92	3.77	3.39	3.11	
$Q_p(\text{m}^3/\text{s})$	37.38	70.02	200.47	64.92	99.69	186.70	20 年
$W_p(\text{万 m}^3)$	13.88	12.99	12.39	15.05	13.88	12.99	
$Q_{pm}[\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{km}^2)]$	10.56	19.78	56.63	18.34	28.16	52.74	
$W_{pm}(\text{万 m}^3/\text{km}^2)$	3.92	3.67	3.50	4.25	3.92	3.67	

为进一步验证这种方法的可行性,我们利用上述计算方法,根据不同的设计淤积年限和溢洪道宽度,对吕梁地区即将兴建的几座骨干淤地坝工程进行计算,其结果列于表 3。

表 3 几座骨干淤地坝设计洪水频率计算

坝 名	流 域 面 积 (km ²)	设计淤 积年限 (a)	年侵蚀模数 (万 t/km ²)	拦 泥 库 容 (万 m ³)	拦 泥 坝 高 (m)	滞 洪 库 容 (万 m ³)	溢洪道宽 3m		溢洪道宽 8m	
							频率 (%)	重现期 (a)	频率 (%)	重现期 (a)
方山沟卜沟	3.54	15 20	1.6	62.93	17.5	10.0	9.0	11.1	8.0	12.5
				83.91	19.6	12.1	7.0	14.3	6.0	16.7
方山木瓜沟	4.0	15 20	1.6	71.11	19.5	13.9	7.1	14.1	6.1	16.4
				94.81	21.1	21.0	2.8	35.7	2.5	40.0
兴县斧刃峁	2.6	15 20	1.6	46.22	21.3	7.22	8.6	11.6	7.5	13.3
				61.63	23.5	11.6	4.0	25.0	3.2	31.3
兴县裕家沟	2.78	15 20	1.6	49.42	17.3	7.38	9.7	10.3	8.0	12.5
				65.90	19.4	8.60	7.3	13.7	6.2	16.1
临县夹夹沟	4.0	15 20	1.6	71.1	19.5	8.9	12.3	8.1	10.4	9.6
				94.8	21.5	12.6	7.7	13.0	6.7	14.9
离石唐则塬	3.4	15 20	1.6	60.44	21.1	7.0	13.6	7.4	11.1	9.0
				80.59	23.8	9.0	9.8	10.2	8.1	12.3
离石阎家峁	3.73	15 20	1.2	49.73	30.1	5.8	16.0	6.3	13.6	7.4
				66.31	32.9	7.2	13.6	7.4	12.0	8.3
柳林滩寨	4.5	15 20	1.6	80.00	20.5	12.0	10.3	9.7	9.0	11.1
				106.7	22.8	14.0	8.1	12.3	7.0	14.3

由表 3 可以看出,这些工程的计算设计洪水重现期多在 10~20 年之间,较山西省 1985 年 12 月 10 日颁发的《淤地坝工程技术规范》中规定的设计洪水标准稍低一些。

四、几点说明

(1)本想法主要是根据淤地坝的运用特性和实际需要,结合“设计洪水”及“校核洪水”的含义而提出的。其基本出发点是:设计洪水标准的确定,应主要考虑坝地的防洪保收;而淤地坝工程本身的安全,则由校核洪水标准控制。

(2)表 3 的计算结果说明,用上述方法可计算出各个地区不同类型淤地坝工程的设计洪水标准。

(3)采用上述方法确定的设计洪水标准,与山西省现行淤地坝技术规范中规定的设计洪水标准相比,有以下特点:

第一,该设计洪水标准概念明确。当该设计标准的洪水来临时,淤地坝仍能正常运行,坝地的生产不受影响。

第二,利用该设计洪水标准,可推求出坝地的保收率,便于计算和预测淤地坝的经济效益,衡量淤地坝工程的经济性。

第三,在以往的设计和技术规范中,淤地坝的安全超高一般都在 0.5~2.0m 范围内选用,而且往往采用较大值。这样,对坝址地形条件较好、库区开阔的淤地坝来说,按通常所采用的设计洪水标准求得的坝高与安全超高之和,往往大于按校核洪水标准求得的坝高,这样的设计显然是不合理的。采用上述方法确定的设计洪水标准,可减少不合理安全超高出现的机会,提高工程的经济合理性。

(原载《山西水土保持科技》1986 年第 4 期)

关于淤地坝骨干工程有关问题的探讨*

郭文元 (山西省水土保持科学研究所)

李如鸿 (山西省吕梁地区水利水保局)

打坝淤地是山区群众治沟造田的传统经验,也是水土保持沟道治理的一项重要工程措施。打坝淤地既可抬高侵蚀基点,控制沟底下切、沟岸坍塌,缓洪减沙,减少洪水危害,又可充分利用水沙资源,变荒沟为良田,改善山区的农业生产条件。大量的调查资料表明,淤地坝的拦泥量可占总来沙量的 50% 以上,每淤成 1hm^2 坝地可拦泥 3.0 万~9.0 万 m^3 。坝地土肥水足,一般公顷产粮 3 750~4 500kg,有的高达 7 500kg 以上,且能稳产,是一种很好的基本农田,深受广大群众喜爱,因而发展很快。新中国建立 30 多年来,山西省坝地由 860 多 hm^2 发展到 14.67 万 hm^2 。

晋西各地打坝淤地,在取得经验的同时,也都程度不同地有过一些溃坝失事的严重教训,几建几冲的现象也屡见不鲜。究其原因,除工程布局不合理、设计标准不高和工程质量较差等因素影响外,缺乏大中型骨干工程控制也是很重要的一个方面。本文就骨干工程的修建谈几点肤浅看法。

一、坝系建设中必须要有骨干工程

水土保持治沟工程是一种量大面广的工程,主要依靠广大人民群众的辛勤劳动去完成。实践证明,发动群众兴建小型库坝工程,是控制水土流失的一种行之有效的方法。小型库坝工程,具有工程量小、施工技术简单、受益快等特点,但其主要不足是库容小,防洪能力弱,而且往往一坝失事引起连锁反应,对下游威胁很大。为确保安全,修建控制性骨干工程作为坝系中的支柱是十分必要的。

骨干工程的主要特点是拦泥效益高,防洪能力强。根据离石县王家沟和刘家湾两个重点治理流域 80 座淤地坝的资料进行了以下两种情况的对比分析:①坝高 15m 以上与 15m 以下的坝进行对比;②库容大于 50 万 m^3 与库容小于 50 万 m^3 的坝进行对比。对比情况列于表 1。

对比表 1 中的数值,可知骨干坝的防洪、拦泥和淤地效果都高于一般坝,它在流域治理中的作用是很显著的。

从多数地区的建坝情况看,坝系中没有骨干工程也是不行的。1956~1957 年间,刘

* 参加本文计算分析的还有山西省水土保持科学研究所任成德同志和吕梁地区水利水保局李喜庆同志。

家湾流域共修淤地坝 102 座,修谷坊 765 座,但由于仅有的 3 座骨干淤地坝已被淤满,丧失了防洪能力,故在 1958 年就有 71% 的淤地坝和 78% 的谷坊被冲毁。河曲县南曲沟流域面积 26.4 km²,由于在干沟修建了桃儿嘴、曲峪等 4 座骨干坝,1977 年在日降雨量 73 mm 的情况下,全县冲毁淤地坝 320 余座,而该流域的淤地坝做到了全拦全蓄,安全运用。王家沟流域 1960 年干支沟淤地坝达 33 座,到 1963 年冲毁仅剩 10 座,1965 年又恢复到 17 座,到 1969 年又冲毁了 7 座。几建几冲的主要原因,就在于当时没有骨干工程来保护。

表 1 淤地坝效益对比

项 目		单 位	不 同 坝 高		不 同 库 容		总 计
			坝高大于 15m	坝高小于 15m	库容大于 50 万 m ³	库容小于 50 万 m ³	
淤地坝	座 数	座	16	64	8	72	80
	占总座数	%	20	80	10	90	100
工 程 量	工 程 量	万 m ³	87.64	29.21	61.4	55.45	116.85
	占总工程量	%	75	25	52.55	47.45	100
库 容	库 容	万 m ³	953	232.19	823.8	361.39	1 185.19
	占总库容	%	80.41	19.59	69.51	30.49	100
拦 泥	拦泥量	万 m ³	707.11	144.8	621.9	230.01	851.91
	占总拦泥量	%	83	17	73	27	100
淤 地	面 积	hm ²	80.28	46.33	65.2	61.4	126.6
	占总面积	%	63.41	36.59	51.5	48.5	100
单坝工程量		万 m ³	5.48	0.46	7.68	0.77	1.46
单坝库容		万 m ³	59.56	3.63	102.98	5.02	14.81
单坝拦泥量		万 m ³	44.19	2.26	77.74	3.19	10.65
单坝淤地		hm ²	5.02	0.72	8.15	0.85	1.58
1hm ² 坝地的淤积量		m ³	88 080	31 260	95 385	37 455	67 290
1m ³ 工程可得库容		m ³	10.87	7.95	13.42	6.52	10.14
1m ³ 工程可拦泥量		m ³	8.06	4.9	10.13	4.15	7.29
拦泥量占库容		%	74.19	62.25	75.49	63.65	71.88

二、骨干工程必须“三大件”齐全

晋西山区,年均降雨量 500 mm 左右,而且多以短历时、高强度的形式出现,水土流失

十分严重。1964年7月,中阳县金家庄24小时降雨422.3 mm;1979年6月29日,离石县七里滩一带发生小面积暴雨,历时100分,中心雨量230 mm。为确保库坝安全和坝地防洪保收,解决小流域洪水泥沙问题,需采用蓄、滞、排、淤相结合的运用方式。因此,骨干工程必须是坝体、放水涵(卧)管和溢洪道三大件齐全。这样,能蓄能排,既可重复利用库容、提高防洪能力,又能掌握拦洪排清的主动权,对坝地的防洪保收、提前受益及提高坝地利用率等都有很大作用。刘家湾流域的刘家湾水库,自1959年淤满后,一直按淤地坝运用,由于该坝三大件齐全,20多年来30hm²多坝地年年保收。王家沟流域,1969年干沟有4座骨干淤地坝,总控制面积5.53 km²,总库容130万 m³,但因工程多系能蓄不能排的“闷葫芦坝”,当年7月26日的一场暴雨,降雨量87.6 mm,4座骨干工程全被冲垮。1974年干沟只修建了两座骨干工程,并设置了竖井和溢洪道,总库容122万 m³,控制面积仍为5.53km²。1977年7月5日降雨79.5 mm,骨干工程拦住了泥沙,放走了清水,8月5日又降雨102.4 mm,工程仍安全无损,并增加坝地8.27 hm²。由于这两座骨干工程起到了调节、控制洪水的作用,全流域26座淤地坝和32.53 hm²坝地至今运用正常。上述工程实例说明,在治沟打坝中,不仅要有控制性的骨干工程,而且骨干工程必须三大件齐全。

三、关于工程结构型式的讨论

近年来,随着淤地坝建设的飞速发展,所建工程的结构型式也发生了一些变化。就土体淤地坝工程而言,其坝体、放水涵(卧)管、溢洪道三大件的组合(即工程结构型式)大体有如下3种情况:

(1)多数地区沿用建设水库的基本做法,修建坝体、放水涵(卧)管和溢洪道三大件齐全的淤地坝。

(2)为降低工程造价,有的地方在修建淤地坝时,采取“以库容制胜”的做法,只设坝体和放水涵(卧)管,不设溢洪道。

(3)利用加大调洪库容的办法来减少溢洪道开挖和衬砌工程量。即在设计调洪库容的基础上,增加相当于一次设计洪水总量的库容作为调洪库容,并开挖临时性的溢洪道供应急之用。实际上,这是“以库容制胜”的另一种型式。

为能定量地说明问题,寻求经济合理、切实可行的工程结构型式,我们结合几座淤地坝的设计实例,采用统一的投入指标和设计标准,通过具体计算,对上述3种组合方案的经济性进行了比较。计算分析中,方案(2)是按在设计淤积高度的基础上加一次设计洪水总量的方法进行计算分析的。几座淤地坝不同结构型式的经济计算结果如表2。

由表2看出,地形条件对淤地坝的经济性影响甚大。大沟坝和王家塔坝的拦泥和淤地造价明显偏高。当地形和设计标准相同时,坝高、库容、工程量和投资均与工程结构相关。比较3种方案的单位拦泥与淤地效益可知,方案(3)的近期效益普遍较低,但其远期效益又多数较高。我们认为,方案(3)远期效益较高的原因,主要是加长了淤积年限的缘故。由于延长工程淤积年限,与其最终的经济合理坝高有关,而最终的经济合理坝高又不属本文所要讨论的问题,因此我们采用方案(3)的近期效益值参加此次的方案比较。对比(1)、(2)方案的单位拦泥与淤地效益,方案(2)低于方案(1)的有3座坝,平均1 m³拦泥的

表 2

几种淤地坝结构型式经济性的比较

项 目	唐则瑶坝			大 沟 坝			王家塔坝			盛底沟坝			张家塔坝			炭窑沟坝		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
控制面积 (km ²)	3.4	3.4	3.4	3.91	3.91	3.91	7.8	7.8	7.8	8.7	8.7	8.7	13.16	13.16	13.16	20.3	20.3	20.3
设计标准 (a)	30	30	30	20	20	20	30	30	30	30	30	30	50	50	50	30	30	30
设计淤积年限 (a)	8	8	8	3	3	3	6	6	6	7	7	7	5	5	5	4	4	4
设计拦泥量 (万 m ³)	32	32	$\frac{32}{49.5}$	13	13	$\frac{13}{29.4}$	45.6	45.6	$\frac{45.6}{86.1}$	50	50	$\frac{50}{85.3}$	65	65	$\frac{65}{146.9}$	94	94	$\frac{94}{197.4}$
可淤地 (hm ²)	5.3	5.3	$\frac{5.3}{6.8}$	2.4	2.4	$\frac{2.4}{3.8}$	6.1	6.1	$\frac{6.1}{7.3}$	8.0	8.0	$\frac{8.0}{9.6}$	14.7	14.7	$\frac{14.7}{25.3}$	10.0	10.0	$\frac{10.0}{17.2}$
坝高 (m)	20	21	22	20	23	25	24.5	28.5	29.7	22.4	23.6	25	23	27.1	28.3	30.6	34	36
总库容 (万 m ³)	52	60	66	24.21	33.5	39	60.6	110	134	100	120	135	94	147	168	170	245	268
总 工 程 量	5.494	5.16	$\frac{5.974}{6.464}$	3.353	4.49	$\frac{5.048}{5.192}$	7.67	10.26	$\frac{11.15}{11.51}$	11.21	11.12	$\frac{12.387}{12.98}$	6.86	9.6	$\frac{11.14}{11.41}$	14.3	17.732	$\frac{19.707}{20.251}$
	5.36	5.039	5.853	3.293	4.47	5.028	7.51	10.15	11.04	11.14	11.053	12.32	6.57	9.44	10.96	14.232	17.693	19.668
	0.134	0.121	0.121	0.06	0.02	0.02	0.16	0.11	0.11	0.07	0.067	0.067	0.29	0.16	0.18	0.068	0.039	0.039
	0.623		$\frac{0.3}{0.45}$	0.2		$\frac{0.054}{0.104}$	0.4		$\frac{0.07}{0.27}$	0.5		$\frac{0.13}{0.59}$	0.14		$\frac{0.03}{0.13}$	0.853		$\frac{0.2}{0.5}$
	0.013		0.04	0.04		0.04	0.047		0.09	0.003		0.003	0.13		$\frac{0.02}{0.14}$	0.028		0.044

续表 2

项 目	唐则碾坝			大 沟 坝			王家塔坝			盛底沟坝			张家塔坝			炭窑沟坝		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
总 投 工 (万个)	2.99	2.67	$\frac{3.08}{3.23}$	1.68	2.21	$\frac{2.47}{2.6}$	3.88	5.07	$\frac{5.48}{5.79}$	1.88	1.78	$\frac{1.96}{1.99}$	1.5	1.69	$\frac{1.85}{1.93}$	1.87	2.43	$\frac{2.56}{2.75}$
总 投 资 (万元)	6.3	6.09	$\frac{6.73}{7.91}$	4.2	4.01	$\frac{4.44}{5.58}$	8.97	9.98	$\frac{10.65}{13.25}$	8.42	8.24	$\frac{8.95}{9.59}$	6.63	7.96	$\frac{8.54}{8.94}$	9.849	11.3	$\frac{12.56}{13.9}$
1 m ³ 拦泥成本 (元)	0.197	0.19	$\frac{0.21}{0.16}$	0.323	0.308	$\frac{0.342}{0.19}$	0.197	0.219	$\frac{0.234}{0.154}$	0.168	0.165	$\frac{0.179}{0.112}$	0.102	0.122	$\frac{0.131}{0.061}$	0.105	0.12	$\frac{0.134}{0.07}$
1 hm ² 淤地造价 (万元)	1.18	1.14	$\frac{1.26}{1.16}$	1.75	1.67	$\frac{1.85}{1.47}$	1.47	1.63	$\frac{1.75}{1.81}$	1.05	1.03	$\frac{1.12}{0.99}$	0.45	0.54	$\frac{0.58}{0.73}$	0.98	1.13	$\frac{1.26}{0.81}$
1m ³ 工程量可得库容 (m ³)	9.47	11.63	$\frac{11.05}{10.21}$	7.22	7.46	$\frac{7.73}{7.51}$	7.9	10.72	$\frac{12.02}{11.64}$	8.92	10.79	$\frac{10.9}{10.4}$	13.7	15.31	$\frac{15.08}{14.72}$	11.89	13.82	$\frac{13.6}{13.23}$
1m ³ 工程量可拦泥 (m ³)	5.83	6.2	$\frac{5.36}{7.66}$	3.88	2.9	$\frac{2.58}{5.66}$	5.95	4.44	$\frac{4.09}{7.48}$	4.46	4.5	$\frac{4.04}{6.57}$	9.48	6.77	$\frac{5.84}{12.87}$	6.57	5.3	$\frac{4.77}{9.75}$

注:①表中(1)是三大件齐全的方案;(2)是有坝体和放水设施,不设溢洪道的方案;(3)是增大防洪库容,设放水设施和非常溢洪道方案。②分数线以上值为近期值,以下为远期值。

投资增加 0.015~0.022 元, 1 hm²淤地的投资增加 900~1 650 元。方案(1)低于方案(2)的也有 3 座坝, 平均 1 m³拦泥的投资增加 0.007~0.011 元, 1 hm²淤地投资增加 225~795 元。相比之下, 方案(1)优于方案(2)。

为进一步做总体比较, 再将表 2 中各项不同方案的工程量和投资情况以百分数表示列于表 3。由表 3 知, 在 3 种方案中, 方案(3)的工程量和投资普遍增大, 其工程量增大 11%~62%, 投资增大 8%~29%。对比(1)、(2)两种方案, 虽然其工程量和投资各有大小, 但总的情况是方案(2)的工程量和投资增长幅度较大。方案(2)的工程量增大 24%~40%, 投资增大 11%~20%; 方案(1)的工程量增大 1%~6%, 投资增大 2%~5%。因此, 修建三大件齐全的骨干工程还是比较经济的。在参加计算分析的 6 座淤地坝中, 方案(1)比方案(2)投资大的有 3 座坝, 而且投资增加都在 0.2 万元左右(表 2)。我们认为, 虽然设溢洪道比不设溢洪道投资略有增加, 但从坝系安全和管理运用方面考虑, 还是前者优于后者。不设溢洪道的淤地坝, 不能尽快重复利用库容, 在连续降雨情况下, 对坝的安全十分不利。所以, 为确保工程安全, 即便增加少量的投资设溢洪道也是值得的。

表 3 各项不同结构型式的工程量和投资情况比较

坝 名	工 程 量 (%)			投 资 (%)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
唐 则 焉	106.4	100	115.7	103.45	100	110.51
大 沟	100	133.91	150.55	104.74	100	110.72
王 家 塔	100	133.77	145.37	100	111.26	118.73
盛 家 沟	100.81	100	111.39	102.18	100	108.62
张 家 塔	100	139.94	162.39	100	120.06	128.81
炭 窑 沟	100	123.99	137.81	100	114.32	127.53

注: ①表中(1)、(2)、(3)所代表的意义与表 2 相同。②各项均以其相应的最小值为基数(即 100%)起算。③方案(3)的投资以近期投资计。

对淤地坝工程来说, 为保证工程的安全运用, 应给洪水以出路。采用加高坝体以获得库容拦蓄洪水的方法, 最终将会受到经济性和可行性的限制。因此, 从长远看, 在淤地坝坝系中的骨干工程上设置溢洪道势在必行。

四、关于建坝方法问题

目前晋西的建坝方法, 一般有一次修筑到设计或最终坝高和分期施工、逐次加高到设计或最终坝高两种。为对比其经济方面的优劣, 我们以离石县王家沟流域的两座淤地坝为例, 进行了计算分析, 其结果见表 4。

由表 4 知, 分期加高比一次建成, 工程量可减少 23%~25%, 投资可节省 25% 左右,