

晋西北地区淤地坝减洪减沙 效益计算方法研究

刘勇 冉大川 罗全华 刘斌 吴永红

(黄委会西峰水土保持科学试验站·西峰市·745000)

摘要 通过应用晋西北地区淤地坝典型调查资料,结合水文观测资料的分析,提出:把淤地坝按已经淤满和正在淤积尚未淤平分别计算年减洪量和年减沙量,使计算结果符合多洪多沙年(丰水年)淤地坝多蓄多拦这一基本特征,为黄河中游淤地坝拦蓄效益计算提供了新的途径,在晋西北片水土保持措施减洪减沙效益研究中,该方法得到成功应用。

关键词: 晋西北 淤地坝 减洪减沙

Calculating Method of Sediment and Flood Reducing Benefit by Silt Arrester in Northwestern Shanxi Province

Liu Yong Ran Dachuan Luo Quanhua Liu Bin Wu Yonghong

(XiFeng Experimental Station of Soil and Water Conservation,

Conservancy Committee of the Yellow River, Xifeng, Gansu 745000, PRC)

Abstract After analysing the data of typical investigation and hydrological survey in Northwestern Shanxi province, the result shows that the calculating result would fit to the basic characteristic of storing more flood and sediment by silt arrester in the year of more flood and sediment than mormal year if we calculate the amount of annual flood and sediment reducing. A new method of calculating the sediment retaining in middle reaches of the Yellow river is suggested, it has used in the analyses of sediment and flood reducing benefits on the eight tributaries of Yellow river in northwestern Shanxi province, and a good result has been obtained.

Key words: Northwestern Shanxi Province; Silt arrester; Benefits of flood and sediment reducing

1 引言

黄河的泥沙主要来自黄河中游黄土高原的千沟万壑;小流域的泥沙主要来自坡面侵蚀。在小流域沟道建坝,既能拦泥蓄洪,减轻沟道侵蚀,削峰滞洪,又能充分利用水土资源,建造良田发展农业生产。淤地坝早已成为黄河中游地区一项重要的水土保持治沟工程措施。据调查核

实,晋西北地区 16 县到 1990 年初共建成坝地 1.45 万 hm^2 ,其中河龙区间 8 条支流(浑河、偏关河、县川河、朱家川、岚漪河、蔚汾河、湫水河、三川河)内共有坝地 0.92 万 hm^2 ,为该地区减少入黄泥沙发挥了巨大的作用。

分析计算淤地坝减洪减沙量是水土保持减水减沙效益研究的主要内容。我们在晋西北片的研究中,通过收集淤地坝的调查、实测资料,结合实地调查,经过分析,提出了比较适合本片淤地坝减水减沙效益的计算方法,文中以湫水河为例,进行了计算。其方法简单,计算结果比较可靠。

2 淤地坝减沙量计算

淤地坝的减沙量包括拦泥量、减蚀量以及由于坝地滞洪后削减洪峰流量、流速而对坝下游沟道侵蚀的减少量。目前拦泥量、减蚀量可以通过一定的方法来进行计算,削峰滞洪对下游沟道的影响量还无法计算,因此,本文仅对前两部分的减沙量进行计算。

2.1 拦沙量计算

坝地的拦沙量是通过实测坝地内的淤积物来获得的。然而,当坝地数量很多时,要每年进行实测,确有极大难度。这就需要在收集现在部分实测、调查资料的基础上,通过确定一些计算参数,采用一定的公式来进行计算。

由于每年统计的坝地面积是已经淤平并可供耕作的坝地数量,而事实上,在一个区域、一条支流内,除了淤积物已经填满死库容的坝地外,还有一部分已建成的坝库每年都在拦泥蓄水,这一部分未淤满的淤地坝不仅占有一定的数量,而且在蓄洪拦泥方面发挥着重要作用,要淤满这一部分淤地坝需要一定的淤地年限,每年新增的坝地面积就是其中已达到淤积年限的淤地坝面积。用通常采用的计算公式

$$\Delta W_{sg} = MsF(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2)$$

所计算的拦沙量,正是忽略了这一部分实际存在又占有相当比重的拦泥量。

本次研究中,我们从晋西北地区淤地坝重点调查资料、治沟骨干工程设计资料以及忻州地区西山 6 县淤地坝普查资料入手,经过分析计算,得到:

1. 不同流域内坝地的拦泥指标 M (t/hm^2);
2. 不同流域内坝地的控制参数 K ,即每 hm^2 坝地所控制的集水面积(km^2/hm^2);
3. 坝地的平均淤积年限 n ;
4. 各流域历年坝地面积累积曲线及预测曲线;
5. 与计算有关的其它参数。

根据以上分析,某计算年内淤地坝的总拦沙量 $\Delta W_{sg\#}$ 按下式计算:

$$\Delta W_{sg\#} = \Delta W_{sg1} + \Delta W_{sg2} \quad (2.1.1)$$

$$\text{其中: } \Delta W_{sg1} = \frac{1}{n} Ms(f_i - f_{i-1})(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) \quad (2.1.2)$$

$$\Delta W_{sg2} = KW_n(f_{i+(n-1)} - f_i)(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) \quad (2.1.3)$$

ΔW_{sg1} ——计算年内淤成坝地的淤地坝拦泥量(t , 万 t);

ΔW_{sg2} ——计算年内尚未淤成坝地的淤地坝拦泥量(t , 万 t); f_i, f_{i-1} ——当年及上

一年淤地坝累积面积(hm^2);

$f_{i+(n-1)}$ ——尚未淤满的淤地坝淤成后的累积坝地面积(hm^2); W_{si} ——计算流域侵蚀

模数(t/km^2)。

α_1 ——人工填垫坝地在坝地面积中所占的比例； α_2 ——推移质在坝地拦泥总量中所占比例。

将(2.1.2)、(2.1.3)两式合并得到：

$$\Delta W_{sg\text{年}} = (1-\alpha_1)(1-\alpha_2) \left[\frac{1}{n} M_s (f_i - f_{i-1}) + K W_{si} (f_{i+(n-1)} - f_i) \right] \quad (2.1.4)$$

为了便于计算,将(2.1.4)式可简化为：

$$\Delta W_{sg\text{年}} = K W_{si} (f_{i+(n-1)} - f_{i-1}) (1-\alpha_1)(1-\alpha_2) \quad (2.1.5)$$

在实际计算中, M_s 、 K 可查表得到,不同的流域有不同的值; W_{si} 为计算年流域侵蚀模数,以出口站的洪水输沙模数乘以扩大系数而得。从晋西北几条支流分析,扩大系数在 1.15~1.20 之间; f_i 、 f_{i-1} 、 $f_{i+(n-1)}$ 等从面积累积曲线及预测延长曲线上直接查得; α_1 、 α_2 参照有关资料,晋西北片 $\alpha_1 = 0.1 \sim 0.2$; $\alpha_2 = 0.1$; 对于 n 值根据晋西北地区淤地坝普查及重点调查,淤地坝的淤积年限在 5~20 年之间,多坝平均淤积年限约为 13 年,取 $n = 13$ 。

2.2 减蚀量计算

淤地坝不仅拦泥效益显著,而且建坝以后由于坝内淤积,抬高了侵蚀基准面,阻止了沟床下切和沟岸扩张,明显减轻了原沟的侵蚀。这种减蚀作用在沟道建坝拦泥蓄水后即行开始。淤地坝的减蚀量一般与沟壑密度、沟道比降、沟谷侵蚀模数等因素呈正比关系,其数量包括被坝内泥沙淤积物覆盖下的原沟道侵蚀量及波及影响的淤泥面以上沟道侵蚀的减少量。后一部分的数量较难确定,通常在计算前一部分的基础上乘以扩大系数。减蚀量的计算公式是：

$$\Delta W_{sj\text{年}} = F \cdot W_{si} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (2.2.1)$$

式中: $\Delta W_{sj\text{年}}$ ——某年淤地坝减蚀量; F ——某年所有淤地坝的面积,包括已淤成及正在淤积但尚未淤满部分的坝地面积,其量与前述 $f_{i+(n-1)}$ 相同;

K_1 ——沟谷侵蚀模数与小流域平均侵蚀模数之比,参照山西省水保所在王家沟小流域的多年观测资料,取 $K_1 = 1.75$; K_2 ——坝地以上沟谷侵蚀的影响系数。

需要指出的是,当淤地坝修在有沟底下切和沟岸扩张的地段,坝地才有巩固沟床、稳定沟坡的减蚀作用。在淤地坝中还有一部分坝地修建在沟道比降平缓,沟床已不再下切,沟坡多年来比较稳定,沟谷侵蚀已达到相对稳定程度的地段,当坝建成后基本无减蚀作用,在计算减蚀量时应扣除这一部分。由于这一部分不减蚀坝地目前尚无更好的办法来分割,但又确实存在,本次计算可假设该部分量与坝地淤泥面以上沟道侵蚀的减少量互相抵消,则(2.2.1)式简化为：

$$\Delta W_{sj\text{年}} = 1.75 F W_{si} \quad (2.2.2)$$

式中: F 、 W_{si} 同前。

2.3 淤地坝的总减沙量

淤地坝总减沙量 $\Delta W_{s\text{坝}}$ 为：

$$\Delta W_{s\text{坝}} = \Delta W_{sg\text{年}} + \Delta W_{sj\text{年}} \quad (2.3.1)$$

3 淤地坝减洪量计算

淤地坝的减洪量包括两部分:一部分是计算年内已经淤平、有些已作为农地利用的坝地的

附表 秋水河流域淤地坝减洪减沙效益计算表

年份 (年)	坝地 面积 (hm ²)	年输 沙量 (t/km ²)	年洪 水量 (m ³ /km ²)	减沙量(万 t)			减洪量(m ³)		
				拦泥量	减蚀量	合计	已淤平 坝地	未淤平 坝地	合计
1970	513	45170	89260	1617	37.0	1654	54.3	3733	3787
1971	647	8489	19030	267.6	8.6	276.2	3.8	617.9	621.7
1972	860	6364	14610	207.4	10.5	217.9	1.8	478.9	480.7
1973	860	10150	29630	301.4	13.5	314.9	13.6	695.9	709.5
1974	973	24890	54230	755.9	40.5	796.4	33.2	1745	1778
1975	1053	5770	12740	158.8	9.6	168.4	2.1	366.7	368.8
1976	1053	14400	35900	386.2	23.3	409.5	21.3	891.7	913.0
1977	1047	22280	56840	666.2	28.4	694.6	36.0	1538	1574
1978	1107	18610	60510	537.0	31.5	568.5	43.6	1240	1284
1979	1273	3545	10380	90.1	7.2	97.3	1.0	208.0	209.0
1980	1333	4922	13500	130.1	10.9	141.0	3.2	300.4	303.6
1981	1340	10250	27630	296.0	23.1	319.1	17.4	683.5	700.9
1982	1387	2974	11550	85.5	6.8	92.3	2.4	197.4	199.8
1983	1427	1324	5547	38.0	3.0	41.0	0	87.7	87.7
1984	1520	3641	11750	103.8	9.3	113.1	2.6	239.7	242.3
1985	1607	9221	33190	224.0	22.3	246.3	30.4	517.2	547.6
1986	1680	2237	7993	60.0	6.4	66.4	0	138.5	138.5
1987	1733	7266	8414	47.9	5.3	53.2	0	110.6	110.6
1988	1733	18230	52260	467.8	46.8	514.6	59.0	1611	1670
1989	1753	11470	29190	303.3	31.7	335.0	23.5	700.3	723.8

5 结 语

水土保持减水减沙效益计算方法是近年来水土保持减水减沙效益研究的重要内容。由于目前黄河中游地区水土保持基础观测资料十分缺乏,给分析研究带来诸多不便,在历次黄河流域水沙变化原因研究中,各家所应用的方法各不相同,但研究方法都在不断提高、完善。与以往计算相比,本文所提及的淤地坝减水减沙效益计算具有较大改进,首先利用计算年内的流域产洪模数及输沙模数参与计算;其次,将淤地坝按照已淤平和未淤平两部分分别计算拦泥量和减洪量。其优点是:比较符合淤地坝蓄洪拦沙的实际情况,尤其是对于按“年”为单位分析计算水土保持减水减沙效益具有较高的应用价值。如在附表中,对于某年内淤地坝面积和上一年相同或小于上一年的,按以往方法,减沙量、减洪量为零或负数,而采用此法不会出现类似问题,比较符合实际情况。

该方法也存在一定的不足之处,特别是对于尚未淤平的淤地坝,没有考虑其在拦洪过程中的排泄量。在晋西北地区调查时,我们发现 80 年代以来修建的治沟骨干坝多采用泄洪洞或溢洪道排洪,在较大暴雨洪水期间,超过死库容以上水位的洪水均顺泄洪洞或溢洪道排出,即使是“闷葫芦”式的小塘坝,在大洪水期间也经常发生漫溢现象。因此,计算的减洪量、减沙量都要比实际偏大,尤其是减洪量的误差更大,但在现有水平上只能这样,有待今后进一步完善。

参 考 文 献

- 1 张胜利,于一鸣等著.水土保持减水减沙效益计算方法.北京:中国环境科学出版社,1994