

泾河流域水沙特性及减水减沙效益分析

冉大川

(黄委会西峰水保站·甘肃省西峰市·745000)

提 要

该文对泾河流域的水沙特性及水沙变化作了分析,并根据其产流产沙规律进行了流域“水文法”减水减沙效益计算,得出:1970~1989年综合治理减水效益为7.5%,减沙效益为14.4%。而降雨量减少影响减水32%,影响减沙48%。经与实施水土保持措施效益的结果对比验证,二者基本接近。同时,对该流域80年代沙量锐减的原因分析表明:80年代减沙的主要原因是降雨量减少,对减沙的影响程度为63%,综合治理影响程度为37%。

关键词: 泾河 水沙特性 减水减沙效益 综合治理

Analysis on the Benefits of Runoff and Sediment Reduction and Their Characteristics in Jinghe Watershed

Ran Dachuan

(Xifeng Experimental Station of Soil and Water Conservation, Water
Conservancy Committee of the Yellow River, Xifeng, Gansu, 745000)

Abstract

The characteristics of runoff and sediment and their changes in Jinghe watershed were analysed in detail. According to the basis laws of forming runoff and sediment, the hydrological method was used to calculate the benefits of runoff and sediment reduction. It was concluded that during 1970~1989 the benefits of runoff and sediment reduction account for 7.5 percent and 14.4 percent respectively through the comprehensive control on the watershed, and the influence of runoff and sediment reduction for 32 percent and 48 percent respectively by the reduced precipitation. Good identity is found between the results of hydrological method and the ones of implementing the measures of soil and water conservation. After analysing the causes of the sharp reduction of sediment in 1980s, it was indicated that the major causes of sediment reduction are reduced precipitation. The influences of reduced precipitation and comprehensive control on sediment reduction are about 63 percent and 37 percent respectively.

Key words Jinghe watershed characteristics of runoff and sediment control benefits of runoff and sediment reduction comprehensive control

泾河是渭河的最大支流, 其来沙量是黄河三大支流泾、洛、渭中最多的, 泾河支流马连河西川庆阳以上还是黄河粗泥沙(粒径大于0.05mm)的主要来源区之一。泾河流域水沙基本特性如何, 水沙变化有哪些特点, 其降雨产流产沙规律是什么, 综合治理减水减沙效益有多大, 降雨量的变化, 影响减水减沙程度如何, 80年代以来, 进入黄河下游的泥沙显著减少, 泾河情况怎样等等? 分析研究这些问题, 对于泾河流域的治理开发和黄河中游地区水沙变化的研究至关重要。根据实测资料, 本文对以上问题进行了初步分析和计算。

一、流域概况

泾河发源于宁夏回族自治区泾源县六盘山东麓的老龙潭, 由西北向东南流经宁夏、甘肃、陕西三省(区), 在陕西省高陵县陈家滩与渭河相汇。泾河流域西起六盘山, 东界子午岭, 南沿渭北高原, 北临宁夏陕西交界的黄土丘陵区, 地处黄土高原中部, 干流全长455.1km, 流域面积45 373km², 其中水土流失面积33 220km², 占泾河流域面积的73.2%。全流域涉及黄土丘陵沟壑区、黄土高原沟壑区、土石丘陵区、黄土丘陵林区和黄土阶地区五个地貌类型, 其中以黄土丘陵沟壑区黄土高原沟壑区所占面积最大, 分别为18 775km²和18 053km², 占流域总面积的41.4%和39.8%, 二者总计占81.2%, 其它类型区总计仅占18.8%。

泾河流域把口站张家山水文站, 控制面积43 216km², 该站建于1932年1月, 1952年6月, 下迁3 500m, 定为张家山(2)站, 泾惠渠渠首设在张家山(2)站测流断面以上4 000m。张家山水文站资料系张家山(2)站资料与泾惠渠资料之和。

二、水沙基本特性

(一) 水沙来源 泾河的主要支流, 左岸有三水河、马连河、蒲河、茹河、洪河, 右岸有纳河、黑河、达溪河。解放后, 在泾河流域干、支流上先后设立了30多个水文站和水位站, 220多个雨量站, 水文站网的布置如图1。

泾河流域径流泥沙来源见表1。由表1看出其水沙来源不一致。支流马连河雨落坪以上水量占张家山水量的24.3%, 来沙量却占张家山以上来沙量的48.9%; 干流杨家坪以上来水量占张家山以上来水量的43.2%, 来沙量只占张家山以上来沙量的34.3%; 雨落坪、杨家坪至张家山区间来水量占张家山以上来水量的32.5%, 来沙量仅占张家山以上来沙量的16.8%。雨落坪站以上, 来自西川庆阳以上流域的水量只占46.2%, 沙量却占64.6%; 杨家坪的泥沙有55.9%来自蒲河毛家河以上, 而水量只占27.1%, 形成水沙异源。根据上述地貌类型的划分, 泾河流域的水主要来自黄土高原沟壑区, 其次是黄土丘陵沟壑区和土石丘陵区; 沙主要来自黄土丘陵沟壑区和高原沟壑区, 其它类型区很少, 因此出现水沙异源的现象。

(二) 水沙关系 根据泾河张家山的资料, 利用回归分析法求出流域基本水沙关系式, 见表2。由表2看出, 泾河流域年水沙关系相关性较差, 7月、8月及汛期关系较好, 场次洪水水沙关系最好, 指数接近1.0, 与多沙粗沙河流的水沙关系很相似, 说明流域洪水期水流已近似高含沙水流。

图2给出张家山站逐年最大次洪水洪峰流量 Q_m (m³/s)与洪峰输沙率 Q_{sm} (t/s)的关系, 二者相关程度密切, 经回归分析有

$$Q_{sm} = 0.740 8 Q_m^{0.985} \quad (\text{相关系数 } r = 0.97)$$

当上式的指数等于1.0时, 其系数即为最大洪水期的平均含沙量。图2表明张家山站最大洪水期多年平均含沙量约为660kg/m³。

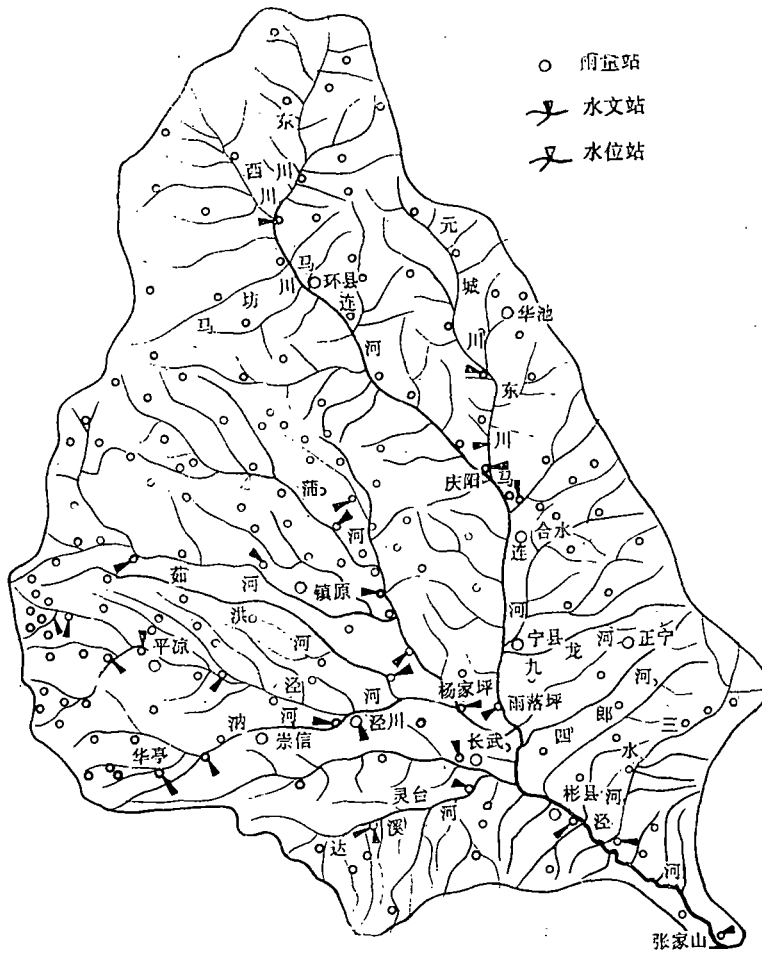


图1 泾河流域水文站网布置图

三、各时期降雨、径流和泥沙的变化

表3表明泾河流域各时期降雨量、径流量和输沙量的变化,具体分析如下:

(一) 降雨量变化 根据流域雨量站的资料统计,泾河流域降雨量从南向北逐渐减小。最大年降雨量826.6mm(1964),最小年降雨量343.6mm(1986年),二者相差2.4倍。由表3看出,1952~1989年,流域平均年降雨量539.1mm,汛期降雨量351.5mm,非汛期降雨量为187.6mm,汛期与非汛期降雨量分别占年降雨量的65.2%和34.8%。各年代的具体变化是:50年代降雨量较多,年平均偏小7.2%;60年代偏大14.5%;70年代与多年均值基本接近,仅偏小1.9%;80年代偏小6.8%。70年代与60年代相比,汛期降雨量与年降雨量分别偏小6.8%和14.4%;80年代与70年代相比,汛期降雨量多5.3%,年降雨量少5.0%;1970~1989年与1952~1969年相比,汛期降雨量少3.7%,年降雨量少8.8%。

(二) 径流量变化 泾河流域多年平均径流量18.322亿 m^3 ,汛期径流量10.195亿 m^3 ,非汛期径流量8.127亿 m^3 ,汛期及非汛期径流量分别占年值的55.6%和44.4%(见表3)。7月至8月径流量6.482亿 m^3 ,占年径流量的35.4%,最大年径流量41.91亿 m^3 (1964年),最小年径流

表1 泾河流域径流泥沙来源统计表

区域	河流	站名	控制面积		统计系列 (年)	年降雨量 (mm)	年径流量			年输沙量		
			(km ²)	占张家山 (%)			10 ⁸ m ³	占张家山 (%)	(m ³ /km ²)	(10 ⁸ t)	占张家山 (%)	(t/km ²)
马连河 雨落坪 以上	环江	洪德	4 640	10.7	1959~1989	377.4	0.646 0	3.5	13 922	0.379 0	15.3	8 168
	四川	庆阳	10 603	24.5	1954~1989	423.8	2.100 0	11.2	19 806	0.815 0	31.6	7 687
	东川	庆阳	3 065	7.1	1956~1989	499.0	0.933 1	5.0	30 444	0.206 1	8.0	6 724
	马连河	雨落坪	19 019	44.0	1956~1989	477.9	4.547 2	24.3	23 909	1.262 1	48.9	6 636
泾河 杨家坪 以上	蒲河	巴家咀	3 522	8.1	1954~1989	490.0	1.126 3	6.0	31 979	0.214 7	8.3	6 096
	茹河	毛家河	3 667	8.5	1956~1989	509.1	1.067 4	5.7	29 108	0.279 2	10.8	7 614
	洪河	杨 阡	1 307	3.0	1959~1989	530.0	0.560 9	3.0	42 915	0.112 2	4.5	8 585
	泾河	泾 川	3 145	7.3	1954~1961 1972~1989	571.1	2.404 5	13.9	76 455	0.146 0	6.2	4 842
	纳河	袁家庵	1 500	3.5	1954~1989	598.8	1.883 4	10.1	125 560	0.053 6	2.1	3 573
	泾河	杨家坪	14 124	32.7	1956~1989	542.9	8.086 6	43.2	57 254	0.883 9	34.3	6.258
雨落坪	达溪河	张家沟	2 485	5.8	1967~1988	579.9	1.674 5	9.3	67 384	0.075 1	3.3	3 022
杨家坪至	三水河	刘家河	1 310	3.0	1960~1989	592.4	0.913 8	4.9	69 756	0.025 0	1.0	1 908
张家山区	雨、杨至	张区间	10 073	23.3	1956~1989	682.8	6.096 2	32.5	60 520	0.433 3	16.8	4 302
全流域	泾河	张家山	43 216	100	1952~1989	539.1	18.322	100	42 396	2.526	100	5 845

表2 泾河流域水沙基本关系式

项 目	水 沙 关 系 式	系 数	指 数	相关系数
年	$Ws_{年} = 0.036 W_{年}^{1.410}$	0.036	1.410	0.757
汛 期	$Ws_{汛} = 0.098 W_{汛}^{1.331}$	0.098	1.331	0.891
7月至8月	$Ws_{7\sim 8月} = 0.110 W_{7\sim 8月}^{1.480}$	0.110	1.480	0.888
场次洪水	$Ws_{洪} = 0.475 W_{洪}^{0.984}$	0.475	0.984	0.941

注：Ws代表来沙量 (10⁸t)，W代表来水量 (10⁸m³)

量8.469亿m³ (1972年)。各时期径流量变化的特点是：50年代偏枯，年径流量较多年平均值少9.6%，60年代偏丰，年径流量较多年平均值多18.3%，70年代、80年代连续偏枯，偏枯值分别为4.8%和5.8%；80年代与70年代相比，汛期径流量偏小5%，年径流量仅偏小1%；1970~1989年与1952~1969年相比，汛期径流量小11.5%，年径流量小10.6%。

(三) 输沙量变化 泾河流域多年平均输沙量2.526亿吨，汛期平均输沙量2.339亿吨，非汛期平均输沙量0.187亿t，汛期输沙量占年值的92.6%，非汛期输沙量仅占年值的7.4% (见表3)。7月至8月输沙量1.956亿t，占年输沙量的77.4%，最大年输沙量7.258亿t (1964年)，最小年输沙量0.415亿t (1972年)。各年代输沙量的变化情况是：50年代、60年代及70年代均偏

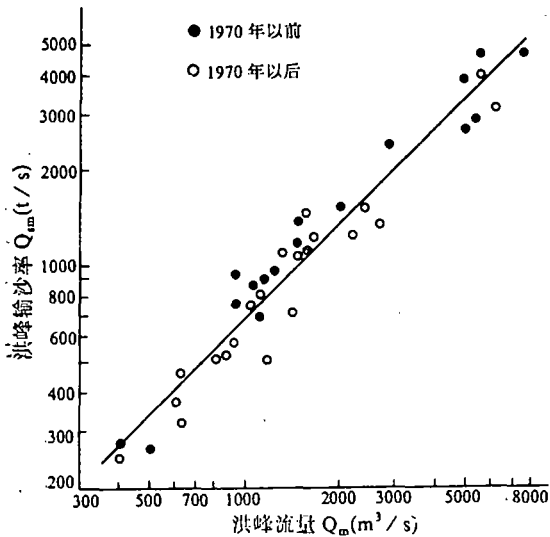


图2 泾河张家山站逐年最大次洪水
Qm~Qsm关系 (1952~1989年)

多, 较多年平均值分别偏多15.3%、14.4%和2.8%, 80年代来沙量锐减, 较多年平均值偏少29.3%; 从50年代到80年代, 沙量一直呈递减趋势; 1970~1989年与1952~1969年相比, 汛期输沙量少19.8%, 年输沙量少24.5%。

从以上对比分析可以看出: (1) 泾河流域不同时期径流量和输沙量的变化与降雨量相比, 径流量具有一致性, 输沙量不一致, 降雨、径流、泥沙极值出现的年份也不太对应, 说明流域受人类活动影响较大; (2) 各年代径流量与多年平均值相差的百分数, 说明径流量与降雨量的指数关系高于1.0次方, 这从后面给出的流域降雨产流关系中可以得到证实; (3) 60年代, 在降雨量较多年平均值多14.5%的情况下, 径流量和输沙量比多年平均值分别多18.3%和14.4%; 80年代, 降雨量仅比多年平均值少6.8%, 径流量仅比多年平均值少5.8%,

表3 泾河流域各时期降雨量、径流量和输沙量变化

统计时段	降雨量 (mm)			径流量 (10 ⁸ m ³)			输沙量 (10 ⁸ t)		
	均值	与多年均值相差		均值	与多年均值相差		均值	与多年均值相差	
		(mm)	(%)		(10 ⁸ m ³)	(%)		(10 ⁸ t)	(%)
1952~1959年 汛期 年	355.9	4.4	1.3	10.698	0.503	4.9	2.702	0.363	15.5
	500.3	-38.	-7.2	16.565	-1.757	-9.6	2.912	0.386	15.3
1960~1969年 汛期 年	360.6	9.1	2.6	10.974	0.779	7.6	2.539	0.200	8.6
	617.4	78.3	14.5	21.677	3.355	18.3	2.890	0.364	14.4
1970~1979年 汛期 年	336.2	-15.3	-4.4	9.859	-0.336	-3.3	2.527	0.188	8.0
	528.8	-10.3	-1.9	17.440	-0.882	-4.8	2.596	0.070	2.8
1980~1989年 汛期 年	354.1	2.6	0.7	9.352	-0.843	-8.3	1.661	-0.678	-29.0
	502.3	-36.8	-6.8	17.255	-1.067	-5.8	1.785	-0.741	-29.3
1952~1969年 汛期 年	358.5	7.0	2.0	10.851	0.656	6.4	2.611	0.272	11.6
	565.3	26.2	4.9	19.405	1.083	5.9	2.900	0.374	14.8
1970~1989年 汛期 年	345.2	-6.3	-1.8	9.606	-0.589	-5.8	2.094	-0.245	-10.5
	515.6	-23.5	-4.4	17.348	-0.974	-5.3	2.190	-0.336	-13.3
1952~1989年 汛期 年	351.5			10.195			2.339		
	539.1			18.322			2.526		

而输沙量却比多年平均值少29.3%, 说明流域在降雨减少的情况下, 减沙幅度远大于降雨量增多时的增沙幅度, 同时也说明流域综合治理效益比较显著^[1]。

四、减水减沙效益计算

为了计算泾河流域1970~1989年20年间水利水保措施减水减沙效益，首先分析了流域的降雨产流产沙规律，以此作为分析计算的基础。

(一) 降雨产流规律 根据流域的水文泥沙特性，考虑流域降雨径流特点和影响产流的主要因素，利用流域已经还原的1952~1969年的资料，建立了以下两个降雨产流经验关系式：

$$R = 0.001 1x^{1.738} \tag{1}$$

$$R = 0.000 804 P_{年}^{1.58} (P_{枯}/P_{汛})^{-0.227} \tag{2}$$

式中： R ——张家山站年径流量（亿 m^3 ）； $P_{年}$ ——流域年平均降雨量（mm）；
 $P_{汛}$ ——流域汛期降雨量（mm）； $P_{枯}$ ——流域非汛期降雨量（mm）；
 $x = P_{汛} f^{0.25} + P_{枯}^{0.75}$ ， f 为汛期降雨集中系数， $f = P_{1日}/P_{汛}$ ， $P_{1日}$ 为汛期最大1日降雨量。

公式（1）、（2）的相关系数分别为0.886和0.910，经对1952~1969年的资料进行验证计算，系列误差均小于1%，因此，二者可以作为治理后减水效益计算的依据。公式（1）表示的降雨产流关系，见图3。

(二) 降雨产沙规律 降雨量和降雨强度是影响流域产沙的主要因素，我们对流域内大型水库巴家咀水库淤积量和灌溉用沙量还原后，利用已经还原的张家山站1952~1969年的资料，得到如下降雨产沙关系式：

$$W_s = 2.413 K^{2.811} \tag{3}$$

式中： W_s ——流域产沙量（亿t）； K ——降 指标^[2]。由于泥沙输移比较近于1.0，故可近似用输沙量代替；

公式（3）的相关系数为0.82，其 $W_s \sim K$ 相关图见图4。经验证，系列误差小于1%，可以作为治理后减沙效益计算的基础。该式的物理意义是当 $K = 1.0$ 时， W_s 即为流域多年平均输沙量。显然， $K = 1.0$ 时， $W_s = 2.413$ 亿t，与流域多年平水输沙量2.526亿t十分接近，充分说明该式较好地反映了流域的降雨产沙规律。

(三) “水文法”减水减沙效益计算

泾河流域和黄河中游地区其它流域一样，1970年以前水利水保措施数量较少，降雨、径流、泥沙双累积曲线显示的转折年份也在1970年前后，因此，以1970年作为治理与非治理的分界年，进行减水减沙效益计算。“水文法”就是根据流域内水文站的实测水沙资料，分析水利水保措施减水减沙效益的一种方法。

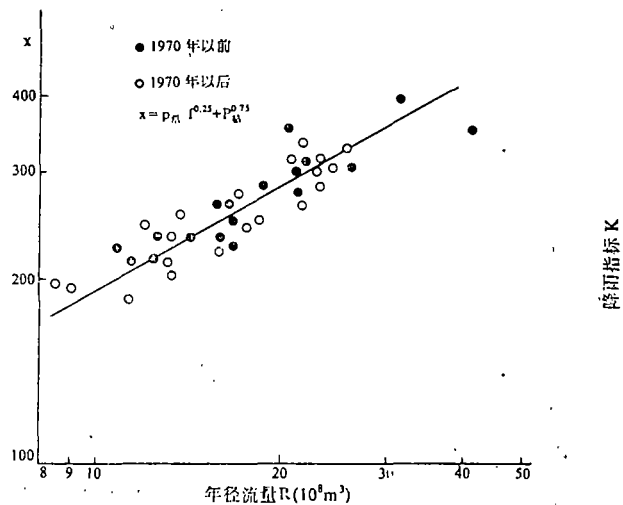


图3 泾河张家山水文站降雨产流关系（1952~1989年）

1. 不同系列年对比分析。以1952~1969年为治理前的系列，1970~1989年为治理的时段，分别统计各时段的降雨、径流、泥沙多年平均值，计算出各时段的减水减沙百分比如表4。由表4看出泾河张家山站在治理的1970~1989年当降雨减少8.8%时，径流泥沙分别减少了10.6%和

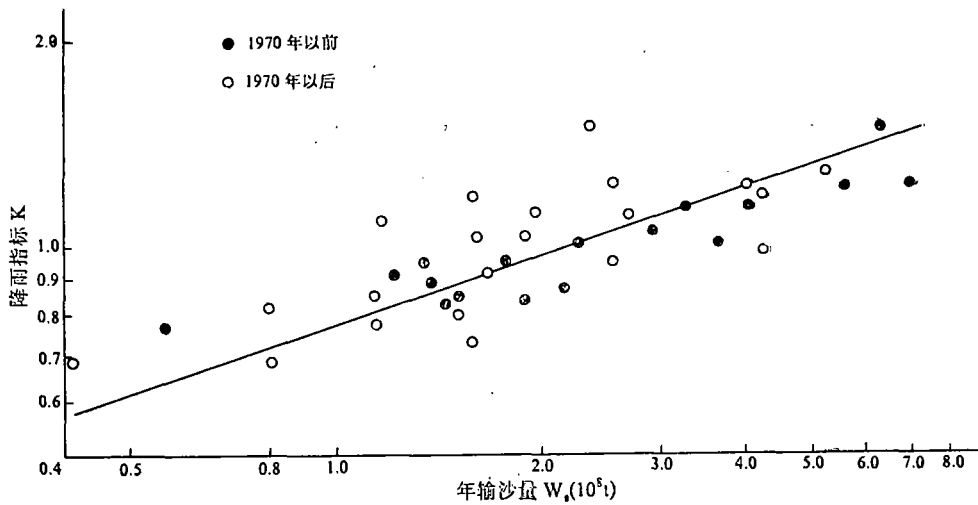


图4 泾河张家山水文站 $W_s \sim K$ 关系图 (1952~1989年)

24.5%，其中80年代在降雨减少11.1%的情况下，径流泥沙分别减少了11.1%和38.4%，泥沙减幅远比70年代10.5%为大。以上径流泥沙的减少是降雨减少和流域综合治理共同作用的结果。

表4 泾河流域不同系列年降雨、径流、泥沙变化表

统计系列		\bar{p}	张家山站				
			\bar{w}	ws	按 $\frac{I-I_1}{I}$ 计算的%		
代号	系列	(mm)	($10^8 m^3$)	($10^8 t$)	降雨	径流	泥沙
I	1952~1969年	565.3	19.405	2.8996		(%)	
I ₁	1970~1979年	528.8	17.440	2.596	-6.5	-10.1	-10.5
I ₂	1980~1989年	502.3	17.255	1.785	-11.1	-11.1	-38.4
I ₃	1970~1989年	515.6	17.348	2.190	-8.8	-10.6	-24.5

2.经验公式法。将治理后各年的降雨量和降雨指标代入经验公式(1)、(2)及(3)中，计算出相当于治理前可能产生的径流量和输沙量，然后与各年的实测值比较，即可求出流域综合治理的减水减沙效益，见表5。由于式(2)的相关系数高于式(1)，故减水效益计算以式(2)的结果为准。

由表5看出，1970~1989年，综合治理减水效益为7.5%，减沙效益为14.4%。20年间共减水28.014亿 m^3 ，年平均减水1.4007亿 m^3 ，占多年平均值的7.6%；20年间共减沙7.366亿t，年平均减沙0.3683亿t，占多年平均值的14.9%。由表4不同系列对比分析求得1970~1989年平均每年减水2.057亿 m^3 ，若认为这种减水是降雨减少和流域综合治理共同作用的结果，那末因降雨减少8.8%而影响径流减少为0.6563亿 m^3 ，占总减水量的31.9%，而综合治理的减水效益为68.1%。由不同系列对比分析求得，泾河张家山站1970~1989年平均每年减沙0.7096亿t，同样

表5 泾河流域径验公式法减水减沙
效益计算成果

计算时段 (年)	张家山站以上			
	减水量	减水效益	减水量	减水效益
	(亿m ³)	(%)	(亿t)	(%)
1970~1979	12.141	6.5	3.275	11.2
1980~1989	15.873	8.4	4.091	18.6
1970~1989	28.014	7.5	7.366	14.4

认为这种减沙是降雨减少和流域治理共同作用的结果，那末因降雨减少8.8%而影响泥沙减少为0.3413亿t，占总减沙量的8.14%，综合治理的减沙效益则为51.9%，几乎各占一半。因此，泾河流域1970~1989年，减水的主要原因是流域综合治理起了决定性作用，同时，降雨减少对流域减水也有一定作用，减沙的原因是降雨减少和流域综合治理约各占50%。

泾河流域80年代水沙变化情况如何？是人们关心的问题。根据表4等5的计算，80年代张家山站以上不同系列对比分析总减水2.15亿m³，总减沙1.1146亿t。80年代流域综合治理

减水15.873亿m³，年均减水1.5873亿m³，占总减水量的73.8%，因降雨减少11.1%而影响径流减少为0.5627亿m³，占总减水量的26.2%。80年代综合治理减沙4.091亿t，年均减沙0.4091亿t，占总减沙量的36.7%，因降雨减少11.1%而影响泥沙减少为0.7055亿t，占总减沙量的63.3%。可见，80年代泾河流域减沙的主要原因是降雨减少，其对减沙的影响程度约为63%，综合治理影响约为37%，比80年代黄河中游河龙区间综合治理对减沙的影响大7%^[3]。

(四) 水利水保措施蓄水拦沙效益计算 我们利用水利水保措施蓄水拦沙效益计算减水减沙量，对泾河流域进行减水减沙效益计算时，将流域分为10片，采用分片统计，然后再汇总的方法进行计算。水利水保措施数量调查用了3年时间，工作较细，考虑因素也比较全面，如水保措施减水量中扣除了回归水量，减沙量中扣除了河道冲淤量等。现以汇总结果与“水文法”计算结果作一对比验证。

1970~1989年，流域综合治理面积12888.24km²，其中梯条田6258.31km²，人工林5008.9km²，人工草1621.03km²。流域水利措施中水库减水12.283亿m³，灌溉用水12.317亿m³，合计24.6亿m³；水保措施中梯田拦水4.888亿m³，人工林减水2.124亿m³，人工草减水0.407亿m³，淤地坝减水1.68亿m³，合计减水9.099亿m³。水利水保措施共计减水33.699亿m³，减水效益为8.9%，与“水文法”结果7.5%比较接近。

1970~1989年，流域水利措施中水库拦沙2.715亿t，灌溉引沙0.204亿t，合计2.919亿t；水保措施中梯田拦沙1.545亿t，人工林、草分别减沙0.6566亿t和0.184亿t，淤地坝减沙1.478亿t，合计减沙3.8636亿t，人为活动增沙0.5547亿t，水利水保措施及人为活动累计减沙6.2279亿t，减沙效益为12.4%，也与“水文法”结果14.4%接近。

五、结 论

(1) 泾河流域水沙异源，汛期场次洪水水沙关系良好，最大洪水期多年平均含沙量约660kg/m³。

(2) 流域治理的1970~1989年，其年降雨、径流、泥沙比治理前的1952~1969年分别小8.8%、10.6%和24.5%，汛期对应值分别小3.7%、11.5%和19.8%。

(3) 流域治理的20年间，综合治理减水效益为7.5%，减沙效益为14.4%。其中降雨减少8.8%，影响径流减少32%，影响泥沙减少48%。水利水保措施效益计算结果，减水效益为8.9%，减少效益为12.4%，与“水文法”计算结果基本接近，表明分析计算正确，成果可信。

本文曾得到黄委会水保处高级工程师于一鸣、黄委会西峰水保站高级工程师李倬两位同志的审阅修改, 谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] 赵文林. 皇甫川流域水利水保工程减沙效益分析. 《中国水土保持》, 1991年, 第6期
 [2] 张胜利等. 黄河中上游水土保持及支流治理减沙效益初步分析. 《人民黄河》, 1986年, 第1期
 [3] 张胜利等. 80年代黄河中游来沙减少的原因分析. 《水土保持通报》, 1992年, 第2期

(上接第5页)

表3 皇甫川流域1m土体库容量与雨季防止径流的效能

地 点	土层深度 (cm)	土 壤	年均降雨量 (mm)	(D)* 雨季 6~8 月降雨量 (mm)	(A) 饱和 水量 (mm)	(B) 毛管 水量 (mm)	(C) 自然含 水量 (mm)	允许可 容水量 (A-C) (mm)	空出上 壤库容 (%)	雨季可 能水量 (C+D) (mm)	雨季土 壤库 容 (mm)	壤 缺 额 (A-C)- (C+D)	易产生 径流土 壤名称	能防止 径流发 生的土 壤名称
内蒙准旗	100	披砂石土	400	251.2	203	130.5	80.8	122.2	69.2	332.0	-209.8		披砂石土	
内蒙纳林	100	风沙土	400	251.2	425	403	63.3	355.7	83.7	320.5	+35.2			
内蒙纳林	100	河淤土	400	251.2	427	333	97.9	329.1	77.1	349.1	-20.0	河淤土		
内蒙纳林	100	黑垆土	400	251.2	439	411	40.2	393.8	90.8	291.4	+107.4		黑垆土	
陕西古城	100	风沙土	400	251.2	432	409	27.2	404.8	93.7	278.4	+128.4		风沙土	
陕西古城	100	栗钙土	400	251.2	432	434	53.8	423.2	83.8	305.0	+123.2		栗钙土	
陕西古城	100	黑垆土	400	251.2	435	427	133.4	351.6	72.5	384.6	-33.0			
陕西皇甫	100	河淤土	400	251.2	494	413	133.4	355.8	72.0	339.6	-34.0	河淤土		
陕西皇甫	100	紫色土	400	251.2	492	447	181.8	339.2	67.1	413.0	-82.8	紫色土		
陕西皇甫	100	黑垆土	400	251.2	439	457	75.4	413.6	84.6	326.6	+87.0			
陕西皇甫	100	绵沙土	400	251.2	530	472	134.8	395.2	74.5	336.0	+9.2		绵沙土	
陕西皇甫	100	硬黄土	400	251.2	456	415	141.6	314.4	63.9	332.8	-78.4	硬黄土		

*雨季6~8月降雨量为全年降雨量62.8% **1985年6月测

种植林草, 发展畜牧业。这样一方面可以保护土地, 防止沙化; 另一方面可以拦蓄降雨, 减少地表径流, 不然将会导致土壤肥力日益退化, 后果不堪设想。为了防治土壤侵蚀及水土流失, 在皇甫川流域应有计划地进行土壤改良利用。例如准格尔旗水保站在披砂石土上挖孔栽种的松苗生长健壮, 防风固沙效益较好, 为大面积治理披砂石土探索出了一条有效的途径。因此, 在皇甫川流域大力推广植树种草是水土保持工作的根本措施, 也是减少黄河粗泥沙来源的关键性措施。

参 考 文 献

- [1] 田积莹等. 黄土地区土壤物理性质及与黄土成因的关系. 《中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊》, 第5集, 1987年
 [2] 朱显谟. 黄土地区植被因素对水土流失的影响. 《土壤学报》, 第2期, 1960年
 [3] B. K. G. Theng: Soils with variable charge, printed in New Zealand. P268, 1980