

三川河流域水沙变化水文分析

王存荣, 冉大川

(黄河水利委员会 西峰水土保持科学试验站, 甘肃 西峰 745000)

摘要: 根据三川河流域实测降雨、洪水、泥沙资料, 在统计分析和探讨产洪产沙机理的基础上, 应用数理统计学原理, 通过逐步回归分析建立了降雨产洪产沙数学模型, 并用之计算了三川河流域 1970—1996 年水土保持综合治理措施的减洪减沙效益, 对三川河流域 20 世纪 90 年代水沙变化进行了重点分析, 还采用另外 4 种水文分析方法进行了平行计算和验证, 取得了比较理想和真实的结果, 为全面分析流域综合治理成效提供了科学依据。对三川河流域降雨资料的系列化处理方法、径流系数变化趋势以及河道冲淤变化情况进行了分析, 其研究方法对黄河中游其它多沙粗沙支流的水沙变化研究具有重要的借鉴作用。

关键词: 减洪; 减沙; 效益计算; 三川河流域

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2002)06-0015-05

中图分类号: P333.4

Hydrological Analysis of Water and Sediment Evolution in Sanchuan River Basin

WANG Cun-rong, RAN Da-chuan

(Xifeng Soil and Water Conservation Experimental Station of YRCC, Xifeng 745000, Gansu Province, China)

Abstract By statistic analysis of surveyed data of precipitation, the flood and sediment of Sanchuan river basin, the mechanism of sediment transportation is probed, and a mathematical model of precipitation-flood-sediment transportation is set up through regression analysis. This model has been successfully used to calculate the sediment and the flood reducing benefits by soil and water conservation measures in Sanchuan river basin from 1970 to 1996, the sediment and flood variation in 1990s are analyzed emphatically. Another four kinds of hydro-analysis methods are also been used to verify the results. A serialization method for processing precipitation data and inclination of runoff coefficient variation as well as the variation of riverbed erosion and deposition are also analyzed. This method can be used for reference to other branches of the middle reaches of Yellow river with rich and coarse sediment.

Keywords flood reduction; sediment reduction; benefits calculation; Sanchuan watershed

1 流域概况

三川河发源于山西省方山县东北赤坚岭, 流经方山、离石、中阳、柳林 4 县(市), 在柳林县石西乡上庄村入黄, 全长 176.4 km, 流域面积 4161 km², 主要支流有北川河、东川河和南川河。全流域共有 3 个水文站: 北川河圪洞站, 控制面积 749 km²; 南川河陈家湾站, 控制面积 286 km²; 干流把口站后大成站, 控制面积 4102 km²。

三川河流域属于大陆性气候。根据 1957—1996 年资料统计, 流域多年平均降水量 496.5 mm, 其中汛期(5—9 月)降水量 404.5 mm, 占多年平均降水量的

81.5%, 非汛期降水量 92.0 mm, 占 18.5%; 有效降水量(汛期日雨量 ≥ 10 mm 的降雨量之和) 303.1 mm, 占多年平均降水量的 61.0%。降水的地区分布特征是: 上游大于下游, 山区大于丘陵区。如北川河圪洞站多年平均降水量 547.8 mm, 其上游的开府站最大年降水量 856.0 mm; 南川河河源区的开府站多年平均降水量 588.7 mm; 后大成站多年平均降水量只有 477.9 mm, 最大年降水量仅 686.1 mm。三川河流域多年平均径流量 2.48×10^8 m³, 多年平均输沙量 2.09×10^7 t, 多年平均含沙量 84 kg/m³。

三川河流域水土保持综合治理始于 20 世纪 50 年代, 自 1982 年开始大规模治理, 成绩斐然。根据抽

收稿日期: 2002-09-15

资助项目: 水利部第二期黄河水沙变化研究基金项目“河龙区间水土保持措施减水减沙作用分析”

作者简介: 王存荣(1964—), 男(汉族), 甘肃庆阳人, 工程师。主要从事水土保持科学研究和水土保持监理工作。电话(0934)8212916, E-mail xfrd@sohu.com

样调查和典型调查结果,截止 1996 年底,三川河流域梯田保存面积 33 360 hm²,林地 94 180 hm²,草地 3 240 hm²,坝地 3 885 hm²;四大水土保持措施累计保存面积 1.35×10⁵ hm²,保存率分别为 66.7%,57.8%,25.9%和 86.1%。

2 流域水沙特性分析

2.1 水沙来源

从表 1 中可以看出,三川河流域支流陈家湾以上

来水量占后大成以上来水量的 6.2%,来沙量仅占 0.2% (很小);干流圪洞以上来水量占后大成以上来水量的 28.1%,来沙量仅占 6.3%;两站之和来水量占后大成以上来水量的 34.3%,约为 1/3,来沙量仅占 6.5% (比例很小) 由流域水土流失类型分区可知,圪洞及陈家湾以上均为土石山区,植被较好,土壤侵蚀轻微;两站以下来水量占后大成以上的 65.7%,而来沙量则占后大成以上的 93.5%,水沙异源。可见泥沙主要来自三川河中下游黄土丘陵沟壑区。

表 1 三川河流域治理前 (1957—1969 年) 的径流泥沙来源

| 区域 | 控制面积 | | 年径流量 | | 年输沙量 | | | |
|-------|----------------------|------------|--------------------------------------|------------|---|-------------------------|------------|--|
| | 面积 / km ² | 占后大成以上 / % | 径流量 / 10 ⁴ m ³ | 占后大成以上 / % | 径流模数 / (m ³ km ⁻² a ⁻¹) | 输沙量 / 10 ⁴ t | 占后大成以上 / % | 输沙模数 / (t km ⁻² a ⁻¹) |
| 圪洞以上 | 749 | 18.3 | 9 068 | 28.1 | 121 068 | 230.50 | 6.3 | 3 077 |
| 陈家湾以上 | 286 | 7.0 | 2 007 | 6.2 | 70 175 | 8.85 | 0.2 | 309 |
| 后大成 | 4 102 | 100.0 | 32 305 | 100.0 | 78 754 | 3 687.00 | 100.0 | 8 988 |

2.2 洪水泥沙关系

流域洪水泥沙关系是表征流域水沙特性最重要的关系式,是流域下垫面变化的综合反映。三川河流域位于黄河中游多沙粗沙区,径流主要来源于大气降水,暴雨产洪,产沙量集中,形成高含沙洪水,该流域 1967 年曾出现过含沙量高达 988 kg/m³ 的洪水。1966 年 7 月 17 日 20 时至 7 月 18 日 2 时,三川河流域中下游普降暴雨,18 日 3 时 30 分,后大成水文站出现了有水文记载以来的最大洪峰流量 4 070 m³/s; 18 日一天实测输沙量为 3.99×10⁷ t,占全年输沙量的 48.3%。1959 年流域实测年洪水量 2.68×10⁸ m³,实测年洪沙量 8.33×10⁷ t,均为资料系列之最。

根据统计分析,三川河流域洪水—洪沙相关方程为: $W_{HS} = 0.307W_H^{0.988}$,相关系数 $r = 0.94$ 。由于三川河流域 98% 的产沙来源于汛期,而汛期径流占年径流的 64.9%,洪水径流占汛期径流的 50%,因此,洪水径流量与洪水输沙量的水沙关系更具代表性。如变

该式为输沙率 Q 与流量 Q 的关系 $Q = kQ^n$,则 n 趋近于 1,这正好反映了三川河流域汛期高含沙水流的输沙特性。由上式得出流域洪水期多年平均含沙量约为 307 kg/m³。

3 水文基本资料的处理

3.1 各时期降雨径流泥沙的变化

三川河流域各时期降雨径流泥沙的变化见表 2。由表 2 中可以看出,与系列多年平均值 (1957—1996 年) 相比,三川河流域基准期 (1957—1969 年) 年降水量明显偏丰,占系列多年平均值的 106.2%;进入 20 世纪 70 年代后年降水量明显减少,比基准期减少了 10.6%,占系列多年平均值的 95.0%;80 年代流域年降水量有所回升,仅比系列多年平均值偏小 3.3%;20 世纪 90 年代 (1990—1996 年) 年降水量与 70—80 年代相比回升明显,占系列多年平均值的 100.2%,基本持平。

表 2 三川河流域各时期降雨径流泥沙的变化

| 统计时段 | 降水量 / mm | | | $W_H / 10^4 m^3$ | $W_{HS} / 10^4 t$ | W_H / P_X | W_{HS} / P_X | W_H / P_Y | W_{HS} / P_Y | 洪水输沙模数 |
|-----------|----------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|----------------|--------|
| | P_N | P_X | P_Y | | | | | | | |
| 1957—1969 | 527.4 | 425.2 | 313.0 | 11 521 | 3 670 | 27.1 | 8.6 | 36.8 | 11.7 | 8 947 |
| 1970—1979 | 471.7 | 385.8 | 278.4 | 6 781 | 1 822 | 17.6 | 4.7 | 24.4 | 6.5 | 4 442 |
| 1980—1989 | 480.3 | 401.7 | 293.2 | 4 552 | 960 | 11.3 | 2.4 | 15.5 | 3.3 | 2 340 |
| 1990—1996 | 497.7 | 396.9 | 334.4 | 4 366 | 1 074 | 11.0 | 2.7 | 13.1 | 3.2 | 2 618 |
| 1957—1996 | 496.5 | 404.5 | 303.1 | 7 342 | 2 076 | 18.2 | 5.1 | 24.2 | 6.8 | 5 061 |

注: P_N, P_X, P_Y 分别代表年降水量、汛期降水量和有效降水量; W_H, W_{HS} 分别代表洪水径流量和洪水输沙量; 洪水输沙模数的单位为 t/(km²·a); $W_H / P_X, W_H / P_Y$ 的单位均为 10⁴ m³/mm; $W_{HS} / P_X, W_{HS} / P_Y$ 的单位均为 10⁴ t/mm

汛期降水量和有效降水量与年降水量有相近的变化趋势,只是 20 世纪 90 年代汛期降水量比 80 年代略有减少。各时期洪水径流量依次递减,单位毫米汛期降水对应产洪量也有相同的变化趋势;单位毫米有效降水对应产洪、产沙量也依时序递减。与基准期相比,20 世纪 70—80 年代洪沙量减少的比例大于降水量减少的比例,洪水和洪沙减少的比例都大于降水量减少的比例,说明流域降水与产流产沙的关系呈高于 1.0 次方的指数变化。但进入 90 年代后,由于年降水量尤其是有效降水量比 80 年代分别增大了 3.6% 和 14.1%,使得洪沙量较 80 年代增加了 11.9%。虽然单位毫米有效降水产洪量 (W_{HS}/P_Y) 90 年代比 80 年代减少了 3.0%,但单位毫米汛期降水产洪量 (W_{HS}/P_X) 却比 80 年代增大了 12.5%。在三川河流域 90 年代持续进行大规模治理的情况下,洪水输沙量及洪水输沙模数的增大现象值得注意。

3.2 基本资料的获取与处理

分析计算流域减洪减沙效益是以流域实测的径流泥沙资料为依据,其准确可靠程度直接影响分析精度,为此,必须广泛收集水文资料并对缺漏测资料进行插补展延。三川河流域 1957—1996 年期间共设立雨量站 30 余处(其中 1970 年以前为 7 处,1971—1978 年为 17 处,1979 年以后为 30 处),水文站 3 处,特别是把口站后大成水文站径流泥沙资料系列比较完整,而降雨量资料存在问题较多,主要是 1970 年以前雨量站点偏少且分布不均匀,长短系列降雨平行观测资料对应点据不呈 45° 直线分布,存在系统偏差。为完善资料系列和提高其代表性,以减少或消除因雨量站代表性欠佳而带来的偏差,应对降雨资料进行所谓“系列化处理”:以站点数较多的资料系列为标准,将站点数较少的系列通过与站点数较多的系列建立相关关系,统一到站点数较多的资料系列上来。本文分析采用线性相关分析法,基本回归方程为 $y = kx + b$ (k, b 均为常数);用长系列同期观测的多站与少站的流域平均降雨指标建立相关关系,通过回归分析确定系数 k 和常数 b ;当关系式高度相关时,对少数站或缺测年份的降水要素进行插补。三川河流域降雨资料系列化处理过程可简单表示为: $P_{7-} - P_{17-} - P_{30}$ 其中的 P_{7-} 代表 1957—1996 年逐年 7 站降雨指标算术平均数, P_{17-} 代表 1971—1996 年逐年 17 站降雨指标算术平均数, P_{30} 代表 1979—1996 年逐年 30 站降雨指标算术平均数。以有效降雨量 P_Y 为例,其线性插补公式分别为:

$$P_{7-} - P_{30} \quad y_1 = 0.981x_1 + 3.79 \quad (r = 0.97)$$

$$P_{17-} - P_{30} \quad y_2 = 0.905x_2 + 18.88 \quad (r = 0.99)$$

通过系列化处理后,以流域内 3 个水文站各自的控制区为单元,将单元内及全流域各雨量站的降雨指标统一到同一资料系列的水平上,这样做既充分利用了资料,又保证了资料系列的一致性。

4 “水文法”减洪减沙效益计算

流域的水沙变化可以通过流域实测水文资料的变化来反映。“水文法”就是利用流域实测水文资料,建立水文统计模型分析水土保持措施减洪减沙效益的一种方法。本次研究采用经验公式法、不同系列对比分析法、双累积曲线相关分析法、单位毫米降雨产洪产沙量对比分析法和径流系数还原法等 5 种水文分析方法,对三川河流域的水沙变化进行了详细的分析计算。其中,“经验公式法”为基本的水文分析方法。

4.1 经验公式法

该方法是“水文法”减洪减沙效益计算中最重要的一种方法。其基本原理是:通过对流域降雨产洪产沙基本规律的分析,以水土保持措施明显产生效益前的基准期(黄河中游地区一般以 1969 年底为界)降雨、洪水和洪沙实测资料为依据,建立降雨产洪产沙数学模型;将 1970 年以后的实测降雨资料代入此模型中,计算出相当于下垫面不变时应产生的水量和沙量;计算的水沙量和同期实测的水沙量之差即为人类活动(水土保持综合治理)影响的减洪减沙量;计算的水沙量和基准期实测的水沙量之差即为降雨影响的减洪减沙量。三川河流域降雨产洪产沙数学模型为:

(1) 降雨产洪模型(降雨—洪量):

$$W_H = 0.00365 P_7^{2.665} \quad (r = 0.94)$$

(2) 降雨产沙模型(降雨—洪沙量):

$$W_{HS} = 0.0248 P_7^{2.978} / P_a^{0.7595} \quad (r = 0.92)$$

式中: P_a ——流域年降水量; P_{7-} ——流域 7—8 月份降水量; r ——相关系数

据此进行三川河流域水土保持措施综合治理减洪减沙效益计算(表 3)。70—90 年代,人类活动综合治理减洪减沙量效益显著,居于主导地位,90 年代减沙效益尤甚;80 年代则是降雨影响占主导地位,人类活动居其次。1970—1996 年因水土保持综合治理年均减洪 $3.12 \times 10^7 \text{ m}^3$,减洪效益 36.9%;年均减少洪沙 $1.64 \times 10^7 \text{ t}$,减洪沙效益 55.7%。

通过对三川河流域水土保持措施减洪减沙效益的计算发现,该流域 20 世纪 70 及 80 年代在年均降水量相差不多的情况下,实测洪水洪沙量 80 年代比 70 年代明显偏小;80—90 年代减洪沙效益明显大于 70 年代。究其原因,首先自 1982 年三川河流域被列入全国水土保持重点治理区后,综合治理成效显著;

其次,通过对最大洪峰流量出现的次数统计分析可以发现,后大成站 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上洪峰基准期出现 18 次(其中 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上的洪峰出现次数多达 6 次),70 年代出现 12 次,80 年代为 3 次,90 年代为 5 次;70 年代以后未出现过 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上的洪峰。峰高量大的洪水 70 年代发生次数明显多于 80—90 年代,导致 70 年代产沙明显大于 80—90 年代。但 80—90 年代比较显著的减沙效益是在“和风细雨”的条件下取得的,虽然三川河流域十余年重点治理成效显著,但若遇大暴雨年,减沙效益有可能降低。

表 3 三川河流域减洪减沙效益计算结果

| 计算系列 | 减洪 / 10^4 m^3 | | | | | | 减沙 / 10^4 t | | | | | | | |
|-----------|-------------------------|----------|-------|------|-------|------|-----------------------|----------|-------|------|-------|------|------------|------------|
| | 实测值 | 总减 洪量 | 综合治理 | | 降雨影响 | | 实测值 | 总减 沙量 | 综合治理 | | 降雨影响 | | 减洪 效益 % | 减沙 效益 % |
| | | | 减少量 | 比例 % | 减少量 | 比例 % | | | 减少量 | 比例 % | 减少量 | 比例 % | | |
| 1957—1969 | 11 521 | | | | | | 3 670 | | | | | | | |
| 1970—1979 | 6 781 | 4 740 | 2 962 | 62.5 | 1 778 | 37.5 | 1 822 | 1 848 | 1 483 | 80.2 | 365 | 19.8 | 30.4 | 44.9 |
| 1980—1989 | 4 552 | 6 969 | 1 979 | 28.4 | 4 990 | 71.6 | 960 | 2 710 | 1 164 | 43.0 | 1 546 | 57.0 | 30.3 | 54.8 |
| 1990—1996 | 4 366 | 7 155 | 4 978 | 69.6 | 2 177 | 30.4 | 1 074 | 2 596 | 2 555 | 98.4 | 41 | 1.6 | 53.3 | 70.4 |
| 1970—1996 | 5 329 | 6 192 | 3 121 | 50.4 | 3 071 | 49.6 | 1 309 | 2 361 | 1 643 | 69.6 | 718 | 30.4 | 36.9 | 55.7 |

4.2 其它方法计算结果^[1,2]

(1) 不同系列对比法: 1970—1996 年年降雨量比基准期减少 12.5%, 汛期降雨量减少 7.2%, 有效降雨量减少 4.70%; 洪水径流量年均减少 $6.52 \times 10^7 \text{ m}^3$, 比基准期减少了 55.00%; 洪水输沙量年均减少 $2.46 \times 10^7 \text{ t}$, 比基准期减少了 65.30%。

(2) 双累积曲线相关分析法: 1970—1996 年累计减少洪水径流量 $1.46 \times 10^9 \text{ m}^3$, 年均减少 $5.39 \times 10^7 \text{ m}^3$, 减洪效益 50.3%; 累计减少洪水输沙量 $5.53 \times 10^8 \text{ t}$, 年均减少 $2.05 \times 10^7 \text{ t}$, 减洪沙效益 61.0%。

(3) 单位毫米降雨产洪产沙量对比分析法: 与同期实测值相比, 1970—1996 年洪水径流量年均减少 $5.66 \times 10^7 \text{ m}^3$, 减洪效益 51.50%, 洪水输沙量减少 $2.19 \times 10^7 \text{ t}$, 减洪沙效益 62.60%。

(4) 径流系数还原法^[1]: 与同期实测值相比, 1970—1996 年年均减少年径流量 $7.10 \times 10^7 \text{ m}^3$, 减水作用 25.10%。

三川河流域 20 世纪 90 年代水沙变化情况是本次水文分析研究的重点。

(1) 不同系列对比法: 1990—1996 年年降雨量比基准期减少 5.60%, 汛期降雨量减少 6.60%, 有效降雨量增加 6.80%; 洪水径流量年均减少 $7.48 \times 10^7 \text{ m}^3$, 比基准期减少了 63.10%; 洪水输沙量年均减少 $2.69 \times 10^7 \text{ t}$, 比基准期减少了 71.50%。

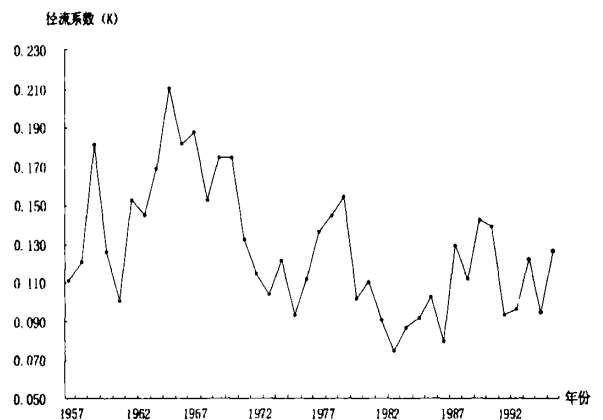
(2) 双累积曲线相关分析法: 1990—1996 年累

本文给出的三川河流域降雨产洪产沙数学模型简洁明了, 实用性强。降雨产洪产沙数学模型的降雨因子是 7—8 月降雨量之和, 经统计它占全年降雨量的一半以上, 占汛期降雨量的 63%, 而在三川河流域实测水文资料系列中, 场次最大洪水均发生在 7—8 月期间, 由于该时期暴雨形成的洪水及洪沙量均很大, 因而对流域的产洪产沙有着决定性的影响。以此进行流域减洪减沙效益计算分析, 可以更准确地反映流域水土保持措施减水减沙的本质; 计算结果比较客观、合理、可信。

计减少洪水径流量 $4.49 \times 10^8 \text{ m}^3$, 年均减少 $6.42 \times 10^7 \text{ m}^3$, 减洪效益 59.5%; 累计减少洪水输沙量 $1.61 \times 10^8 \text{ t}$, 年均减少 $2.33 \times 10^7 \text{ t}$, 减洪沙效益 68.2%。

(3) 单位毫米降雨产洪产沙量对比分析法: 与同期实测值相比, 1990—1996 年洪水径流量年均减少 $7.94 \times 10^7 \text{ m}^3$, 减洪效益 64.5%, 洪水输沙量减少 $2.85 \times 10^7 \text{ t}$, 减洪沙效益 72.6%。

(4) 径流系数还原法^[1]: 与同期实测值相比, 1990—1996 年年均减少年径流量 $1.14 \times 10^8 \text{ m}^3$, 减水作用 37.4%。三川河流域径流系数 K 逐年变化过程线见图 1。

图 1 三川河流域径流系数 K 逐年变化过程线

由图 1 可以看出, 1957—1996 年, 径流系数总的变化呈减小趋势; 1970 年前后有一转折点, 这与前述

流域水土保持措施产生效益的年份基本一致; 1982 年以后, 径流系数又开始呈明显增大趋势, 这与三川河流域被列为全国水土保持重点治理区后开展大规模治理有密切关系。它说明: 水土保持措施对减少洪水、增加常水量, 对拦蓄地表径流量, 增加基流和河道回归径流量, 对涵养水源等都有十分重要的作用。水土保持综合治理对流域水资源的保护利用至关重要。

4.3 相似降雨年份产洪产沙量对比分析

为重点分析三川河流域 90 年代水土保持措施对径流泥沙的拦蓄作用, 采用“相似降雨年份产洪产沙量对比分析”的方法, 以年降雨量、汛期降雨量、有效降雨量为控制, 选取与以上 3 个降雨指标均接近的 60 年代的洪水、泥沙相似年份进行对比分析, 亦可粗略地反映出水土保持措施大规模实施后引起的水沙变化。本文研究中, 共选取 4 组数据进行对比: 1996 年和 1969 年, 1990 年和 1966 年, 1993 年和 1962 年, 1995 年和 1962 年。如三川河流域 1995 年的年降雨量、汛期降雨量、有效降雨量分别为 459.0 mm, 408.0 mm 和 303.9 mm, 与其接近的 1962 年各降雨量对应指标分别为 465.9 mm, 397.1 mm 和 292.6 mm; 1962 年实测年径流量、洪水量、洪沙量分别为 $2.79 \times 10^8 \text{ m}^3$, $9.17 \times 10^7 \text{ m}^3$, $4.07 \times 10^7 \text{ t}$, 1995 年对应的实测值分别为 $1.54 \times 10^8 \text{ m}^3$, $3.16 \times 10^7 \text{ m}^3$, $6.80 \times 10^6 \text{ t}$, 二者相比较, 年径流量减少 44.7%, 洪水量减少 65.5%, 洪沙量减少 83.2%。从这 4 组对比数据平均值看, 年径流量减少了 42.1%, 洪水量减少了 64.3%, 洪沙量减少了 81.4%。由此可以看出, 三川

河流域 90 年代综合治理减洪减沙效益比较显著。水土保持综合治理措施是减少入黄泥沙, 实现“河床不抬高”的治本之举。

4.4 河道冲淤变化分析

后大成水文站以上河道为卵石河床, 河道比降 1.25%。通过套绘大断面图可以看出, 冲淤变化主要发生在底部, 冲淤幅度最大时为 0.7 m。以历年冲淤面积计算结果来看, 最大年冲刷面积为 16.5 m^2 , 最大年淤积面积为 13.3 m^2 。1965—1969 年累计淤积面积 0.3 m^2 , 1970—1979 年累计冲刷 0.5 m^2 , 1980—1989 年累计淤积 16.7 m^2 , 1990—1996 年累计淤积 17.4 m^2 。点绘后大成水文站累计冲淤面积变化过程线可以看出, 1975—1996 年, 大断面持续淤积; 80 年代淤积比较严重。进入 90 年代后, 后大成水文站以上河道淤积更为严重。经计算得出, 1990—1996 年平均每年淤积 $9.40 \times 10^4 \text{ t}$, 分别是 70—80 年代年均淤积量的 1.6 倍和 4.5 倍。1970—1996 年累计淤积 $1.46 \times 10^6 \text{ t}$, 平均每年淤积 $5.40 \times 10^4 \text{ t}$, 这对减少入黄泥沙十分不利。因为淤积在河道中的泥沙, 最终还是要被冲走, 增加入黄泥沙。因此, 三川河流域水土保持生态环境建设依然任重道远。

[参 考 文 献]

- [1] 冉大川, 柳林旺, 赵力仪, 等. 黄河中游河口镇至龙门区间水土保持与水沙变化 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2000. 5.
- [2] 张胜利, 于一鸣, 姚文艺, 等. 水土保持减水减沙效益计算方法 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994. 8.

欢迎订阅《水土保持经济学》

由兰州大学出版社出版发行的《水土保持经济学》是我国该领域第一部专门研究水土保持经济问题和计量方法的专著。该书在系统阐述水土保持基本经济理论的基础上, 重点阐述了如何利用技术经济学、系统科学的理论、手段和方法定量分析、计算和评价水土保持综合效益这一十分复杂的问题, 因而具有很强的实用性。全书共分 9 章, 25 万字。

内容包括: (1) 水土保持经济学的研究内容和性质; (2) 水土保持基本经济知识; (3) 水土保持生态经济观; (4) 水土保持效益分析计算; (5) 资金时间价值折算及应用; (6) 水土保持国民经济评价; (7) 水土保持投入产出分析; (8) 水土保持不确定性分析; (9) 水土保持综合评价方法。

该书作者现为甘肃工业大学基础科学系和区域规划研究所以及应用数学研究所副教授, 博士研究生。此书是作者根据自己在原甘肃水利水电学校等单位已使用多年的教学讲义和科研成果的基础上, 参阅了国内外大量文献资料历经数载完善撰写的。后又经多位专家审核, 并由著名地学专家、兰州大学博士生导师张林源教授主审。水利部水土保持司副司长刘震高级工程师为该书撰写了序言, 并给予高度评价和鼓励。

该书内容丰富, 方法新颖, 分析实例多。可作为大专院校水土保持、土地规划、环境工程、水工管理、区域规划和应用经济学等专业的教材和参考书。《水土保持经济学》书号为 ISBN7-311-01153-1/X.4, 单价 14.5 元。欲购此书者可与《水土保持通报》编辑部联系。