

人类活动对黄河中游水沙影响的分析计算

王宏¹, 冉大川², 白志刚³, 刘斌²

(1. 黄委会天水水土保持科学试验站, 甘肃 天水 741000; 2. 黄委会西峰水土保持科学试验站, 甘肃 西峰 745000;
3. 黄委会绥德水土保持科学试验站, 陕西 绥德 718000)

摘要: 河龙区间及泾河、北洛河、渭河流域是黄河流域水土流失最为严重的地区。人类活动对该地区径流泥沙影响的研究结果表明, 20世纪50~60年代、70年代、80年代、90年代年均增沙量分别为2 439.99万t、4 469.25万t、4 948.46万t和7 254.84万t; 年均增洪量分别为528.07万m³、3 324.22万m³、6 089.03万m³和9 583.26万m³。1970~1996年增沙量分别占同期河道洪水输沙量和水保措施减沙量的5.28%和14.1%, 增洪量分别占1.06%和3.35%。

关键词: 人类活动; 增洪增沙; 黄河中游

中图分类号: P333

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)05-0168-03

Analysis and Calculation of Effect of Human Activities on Water and Sediment in Middle Reaches of the Yellow River

WANG Hong¹, RAN Da-chuan², BAI Zhi-gang³, LIU Bin²

(1. Tianshui Soil and Water Conservation Experimental Station, YRCC, Tianshui, Gansu 741000, China;
2. Xifeng Soil and Water Conservation Experimental Station, YRCC, Xifeng, Gansu 745000, China;
3. Suide Soil and Water Conservation Experimental Station, YRCC, Suide, Shaanxi 718000, China)

Abstract: Helong area, Jinghe, Beiluo River and Weihe River basin are the most serious area with soil and water loss in the Yellow River. The effect of human activities on the sediment shows the increasing amount of sediment are 24.39, 44.69, 49.48 and 72.54 million tons in 1950~1960, 1970s, 1980s, 1990s respectively. The increasing amount of flood are 5.28, 33.24, 60.89 and 95.83 million m³ respectively. The sediment increase by 5.28% and 14.1%, accounting for sediment conveyance and soil and water conservation measures, and the increasing amount of flood make up 1.06% and 3.35%.

Key words: human activities; increasing of flood and sand; middle reaches of the Yellow River

1 概述

1.1 研究区域概况

研究区域包括黄河中游的河口镇至龙门区间(简称河龙区间)及泾河、北洛河、渭河流域, 总面积24.8608万km², 是黄河流域水土流失最为严重的地区。河龙区间干流全长725.1 km, 总面积约11.3万km², 其中年土壤侵蚀模数大于5 000 t/(km²·a)的面积6.93万km²。多年平均(1950~1969年)径流量73.25亿m³, 多年平均输沙量9.9405亿t。该区黄土层深厚, 土质疏松, 地形破碎, 沟壑纵横, 植被稀少, 且暴雨集中, 强度大, 是黄河中游洪水及粗泥沙的集中来源区。

泾河干流全长455.1 km, 流域总面积4.5421万km², 其中水土流失面积3.322万km²。多年平均(1952~1996年)降水量532.7 mm, 径流量17.998亿m³, 输沙量2.54亿t。该流域涉及黄土丘陵沟壑区、黄土高原沟壑区、土石山区、黄土丘陵林区和黄土阶地区等5个地貌类型区, 其中以黄土丘陵沟壑区、黄土高原沟壑区所占面积最大, 分别占流

域总面积的41.3%和39.7%。黄土丘陵沟壑区多年平均土壤侵蚀模数为10 000 t/(km²·a), 黄土高原沟壑区为4 000 t/(km²·a)。

北洛河干流全长680 km, 平均比降1.52‰, 流域总面积2.6905万km², 多年平均(1954~1996年)降水量514.2 mm, 径流量8.652亿m³, 输沙量0.865亿t。该流域横跨黄土丘陵沟壑区、黄土高原沟壑区、黄土丘陵林区、黄土阶地区和冲积平原区等5个水土流失类型区。其中以黄土丘陵林区面积最大, 占流域总面积的39.2%, 黄土丘陵沟壑区占流域总面积的25.1%, 是北洛河流域的主要产沙区, 年土壤侵蚀模数在10 000 t/(km²·a)以上。

渭河是黄河最大的一级支流, 干流全长818 km, 平均比降2.23‰, 流域面积6.3282万km²(不包括泾河张家山站以上)。流域地貌复杂多样, 大致划分为黄土丘陵沟壑区、黄土阶地区、河谷冲积平原区和土石山区4个土壤侵蚀类型区, 其中, 黄土丘陵沟壑区为主要地貌类型, 约占流域总面积的50%, 为泥沙的集中产区, 年均土壤侵蚀模数在5 000~

15 000 t/(km² · a),局部地区高达 30 000 t/(km² · a)以上。流域多年平均降水量(1954~1996年)613.4 mm,径流量59.93亿 m³,输沙量1.339亿 t。

1.2 人类活动情况

由于社会经济的不断发展和人口的增长,人类不注意保持水土的社会活动对土壤侵蚀的加速作用已日趋明显,其对水土流失的影响范围广泛、项目繁多。据调查,黄河中游地区对河川径流泥沙影响较为突出的项目主要有:陡坡开荒、修路、城镇庄院建设、开采、毁林毁草等。20世纪50~70年代,开荒、铲草皮、挖药材、毁林毁草现象比较突出,80年代以来,随着经济体制的改革,开发建设项目迅速发展,人为造成的损坏水土保持设施的面积和数量急剧增加。

在该地区,陡坡开荒种地面积较大,是人为增沙量中重要的一项。由于开荒减少了地面覆盖度,降低了地表的抗蚀能力,从而加剧了土壤侵蚀。据研究,坡耕地的浅沟侵蚀模数在延安塞一带可达6 000~7 000 t/(km² · a);开采不仅破坏了表土,而且造成了大量的弃土弃石,这些弃渣乱堆乱放,有部分直接进入河道,一遇洪水就造成毁灭性灾害;修路能从2方面增加水土流失,一是破坏了原来的地形和植被,增加了新的裸露坡面,二是由于大量的弃渣堆积路旁或倾泄沟道、河道,构成新的沙源;庄院建设除产生一定数量的弃土外,还增加了非生产用地,增大了径流量;挖药材、铲草皮破坏原有植被,加剧了新的水土流失。另外,工程建设和工程毁坏等都能引起新的水土流失。人为造成的水土流失的主要特点是流失量大,因素复杂、范围广泛、类型多样,破坏速度快,防治难度大。主要危害一是流失表层土壤,削弱地力,蚕食耕地;二是淤塞水库及河道,抬高河床,影响防洪;三是造成山洪泥石流灾害频繁发生;四是导致生态环境恶化。

据统计,该区间总人口由50年代初的1 950余万人至1996年底已增长到3 700多万人,其中,农业人口由1 800余万人增长到2 800多万人。截止1996年底,开荒面积累计达到34.83万 hm²,修路占地20.16万 hm²,庄院建设153.8万处,挖窑洞133.53万孔。

2 对泥沙影响的分析计算

人类活动的资料主要来源于统计年报,以及土地详查、农业普查等成果。资料系列以年报比较完整,是分析计算增洪增沙量的基本依据。但因受多种因素干扰,可靠性比较差,使用中利用土地详查、土地变更调查、典型调查等资料为基准进行核实、修正。

2.1 开荒

开荒增沙按下式计算:

$$\Delta W_{SK} = f_k (M_{S1} - M_{S2}) \quad (1)$$

式中: ΔW_{SK} ——开荒增沙量(t); f_k ——开荒面积(km²); M_{S1} , M_{S2} ——坡耕地、荒坡地产沙模数(t/km²)。根据黄委会天水水土保持科学试验站、黄委会绥德水土保持科学试验站、山西水保所等系列径流小区观测资料综合分析确定开荒增沙模数($M_{S1} - M_{S2}$)为4 200~6 600 t/(km² · a)^[1,2]。本次计算河龙区间、泾河、北洛河采用6 570 t/km²,渭河流域采用4 200 t/km²。

2.2 修路(公路、农用路)

修路增沙量按下式计算:

$$\Delta W_{SK} = \xi L \quad (2)$$

式中: ΔW_{SK} ——修路增沙量(t); ξ ——增沙指标(t/km); L ——修路里程(km)。

据调查,公路修建中每公里平均弃土弃石量约2万t,农用路每公里1万t,弃土3~5a后坡面基本恢复。增沙指标 ξ 采用平均值按1 300 t/km计入。根据各流域核实后的公路里程代入式(2)中计算增沙量。

2.3 庄院建设

据调查,城镇庄院建设人口增长关系密切,每增加2~3人增窑一孔,每增加3~4人增庄院一处。庄院建设增沙量按下式计算:

$$\Delta W_{SZ} = \psi G \quad (3)$$

式中: ΔW_{SZ} ——庄院建设或挖窑洞的增沙量(t); ψ ——增沙指标(t/孔、处); G ——庄院修筑或挖窑洞的孔数(孔、处)。

据调查资料分析,每孔窑洞挖方量200~300 m³,弃土量约为30%,流失系数0.2。每处庄院弃土量约为100 m³。据此,每孔窑流失量为18~27 t,每处庄院流失量为5~10 t。

2.4 挖药材、铲草皮

挖药材和铲草皮造成的增沙量按下式计算:

$$\Delta W_{SY} = \mu F_g \quad (4)$$

式中: ΔW_{SY} ——挖药材或铲草皮影响的增沙量(t); μ ——增沙指标(t/hm²),是根据坡耕地与荒地侵蚀模数之差分析确定(参照开荒增沙模数); F_g ——挖药材或铲草皮面积(hm²)。

2.5 其它

除上述主要人类活动项目外,还有工程毁坏、工程建设(打坝、修渠等)、开矿、采石等引起的新的水土流失。其增沙量按照工程规模、毁坏程度、弃土弃石流失量等通过典型调查综合分析计算。

3 对径流影响的分析计算

人类活动项目中,修路及庄院建设除引起新增沙量外,还能增加径流。修成后的路面由于结构严密或表层被沥青、混凝土等坚硬物质所覆盖,无植物吸收水分且降水下渗减弱,一旦遇暴雨路面上会产生较大的径流。庄院建设增加了非生产用地,屋面和庭院为径流汇集提供了条件。为此,修路和城镇建设能增加洪量。

3.1 修路增洪量

路面增洪量等于增洪指标乘以路面面积。增洪指标是指单位路面面积的产流量与坡耕地产流量之差。增洪指标是根据黄委会天水水保站梁家坪系列径流小区观测资料、黄委会绥德水土保持科学试验站、山西水保所等系列径流小区观测资料及典型调查资料综合分析确定。经分析道路的年均径流模数为6.118万 m³/km²,与荒坡、农地相比,年增水模数为2.08万 m³/km²。

3.2 庄院建设增洪量

庄院建设增洪量(挖窑洞不计算增洪量)等于庄院建设

面积乘以增洪指标。根据流域内径流小区资料及调查资料综合分析确定的增洪指标为 $170 \sim 210 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

3.3 其它项目增洪量

除道路和庄院能增加洪量外,开采、毁林开荒等也能增加洪量,其计算方法同 3.1。

4 研究成果与分析

水利部第二期水沙基金河龙区间及泾河、北洛河、渭河流域人类活动增沙增洪计算成果分别见表 1 和表 2。

表 1 黄河中游人类活动增沙量计算成果 10^4 t

年代	河龙区间	泾河	北洛河	渭河	合计
~1969	1146.1	627.37	331.42	335.1	2439.99
1970~1979	1869.4	867.40	778.05	954.4	4469.25
1980~1989	2296.2	1045.44	1039.52	567.3	4948.46
1990~1996	3328.7	1465.45	1767.89	692.8	7254.84
1970~1996	2405.8	1088.39	1131.52	743.3	5369.01
河道年洪水输沙量	60264	22830	6844.4	11714	101652.4
占年洪水 输沙量/%	3.99	4.76	16.5	6.34	5.28

表 2 黄河中游人类活动增洪量计算成果 10^4 m^3

年代	河龙区间	泾河	北洛河	渭河	合计
~1969	214.7	212.47	84.2	16.7	528.07
1970~1979	726.1	814.42	1733.3	50.4	3324.22
1980~1989	2561.1	1193.03	2304.6	30.3	6089.03
1990~1996	3110.5	1507.66	4906.1	59.0	9583.26
1970~1996	2023.9	1134.38	2767.5	45.2	5970.98
河道年洪水径流量	186576	76887	30886	270764	565113
占年洪水 径流量/%	1.1	1.48	8.96	0.02	1.06

注:渭河流域只计算了道路和庄园建设两项增洪量。其它流域除道路和庄园建设外,还包扩开矿、毁林开荒等。

由研究结果知,该区间各时段增沙增洪,50~60 年代(1969 年以前)人类活动年均增沙量 $2\,439.99 \text{ 万 t}$,增洪量 528.07 万 m^3 ,1970~1996 年年均增沙量 $5\,369.01 \text{ 万 t}$,增洪

量 $5\,970.98 \text{ 万 m}^3$ 。其中 70 年代、80 年代、90 年代增沙量分别为 $4\,469.25$, $4\,948.46$, $7\,254.84 \text{ 万 t}$,增洪量分别为 $3\,324.22$, $6\,089.03$, $9\,583.26 \text{ 万 m}^3$ 。增沙量占河道同期洪水输沙量的 5.28%,增洪量占河道同期洪水径流量的 1.06%。据水利部第二期水沙基金研究结果表明^[2,3],各项水保措施 50~60 年代减洪沙量年均均为 $13\,834.1 \text{ 万 t}$,减洪量为 $69\,639.1 \text{ 万 m}^3$,1970~1996 年减洪沙量年均均为 $38\,143 \text{ 万 t}$,减洪量为 $178\,116.9 \text{ 万 m}^3$ 。由此推算,人类活动负效应 50~60 年代增沙量占同期各项措施减沙量的 17.6%,增洪量占 0.76%,1970~1996 年增沙量占 14.1%,增洪量占 3.35%。50~60 年代减沙负效应比例较 1970~1996 年大,而减洪比例前者较后者小,这是因为从 70 年代开始,流域内开展大规模的治理工作,虽然人类活动增沙作用呈增长趋势,但各项措施的减沙作用已明显大于增沙作用;增洪量主要是由庄园建设和道路引起的,这两项随着人口的增长和经济建设的迅速发展也随之增长,其增长速率 70~90 年代远远大于 50~60 年代,这与流域实际情况相符合。

从各流域情况看,人类活动对北洛河流域影响较为严重,其增沙量占河道同期洪水输沙量的 16.5%,增洪量占河道同期洪水径流量的 8.96%。据调查资料显示,北洛河流域主要是天然林遭到了严重破坏,其天然林面积 90 年代较 50 年代减少了 $5\,774 \text{ km}^2$,占原有天然林面积的 55.7%,这是造成北洛河流域增沙增洪的主要原因。

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.
- [2] 汪岗,范昭.黄河水沙变化研究(第二卷)[M].郑州:黄河水利出版社,2002.
- [3] 冉大川,刘斌,王宏.水土保持措施对黄河流域减水减沙作用的分析[J].中国水土保持,2002,(10):35-36.

(上接第 167 页)

大海。主要原因是中水回用的管理机制不完善,一方面,企业花高价用自来水,另一方面,污水处理厂处理达标的中水白白排入大海。应采取有力措施,完善中水回用管网建设,积极探索和拓展污水处理后的回用途径,利用价格杠杆和行政措施来提高中水回用率。

3.4 科学管理,强化水资源优化配置,提高水资源整体效益

理顺水资源管理关系,变多龙管水为“一龙管水”,实现水资源的统一管理和调度使用,有效地整合地表水、地下水、客水、中水和海水等资源,使各类水资源充分发挥效益。水资源管理应纳入法制化轨道,使管理法制化、制度化;充分运用现代科学技术,使水资源管理模型化;将水资源和宏观经济调控有机联合起来,强化水资源的优化配置,使水资源利用达到整体最优化,促进和保证水资源可持续开发利用。

4 结 语

莱州市水资源可持续发展应遵循:坚持合理开发、优化配置、高效利用、强化节约、有效保护的原则,提高用水效率。努力拦蓄地表水,合理开采地下水,积极调引境外水,加大污水处理力度,加强海水利用,切实做到开源、节流、保护和管理并举。实现水资源可持续开发利用,保障社会经济持续稳定发展。

参考文献:

- [1] 张郁,邓伟,等.东北地区的水资源问题、供需态势及对策研究[J].经济地理,2005,(4):565-568.
- [2] 刘竹梅,宋福山.莱州市海水入侵综合治理探讨[J].水资源保护,2003,(4):38-39.
- [3] 王现国,务宗伟,等.洛阳市水资源供需平衡与可持续利用对策研究[J].地域研究与开发,2005,(4):104-108.