

# 渭河流域水问题、成因及其对策研究

刘 燕 胡安焱

(长安大学环境科学与工程学院 陕西 西安 710054)

**摘要** 20 世纪 90 年代以来渭河流域出现水量大幅度减少、污染状况严重和下游淤积严重、洪水频发等问题。从来水、降水、用水和产水条件方面分析并指出渭河流域流量锐减原因主要是由于人类的开发利用造成的, 降水和产水条件的变化也对水量减少起到一定影响, 污染和下游淤积原因主要是由于人类的无序排污和水利工程设施不合理的运行。要解决这些问题, 必须进行分区、分段的综合治理, 调整产业结构, 切实提高有限水资源的利用率, 加快污水处理基础设施的建设, 逐步改善污染状况, 努力降低潼关高程, 减轻下游的淤积现状, 进行省内调水, 有效解决下游缺水、淤积和洪水问题, 在全流域推行节水型社会的建立, 实现水资源和生态环境的可持续发展。

**关键词** 水资源; 生态环境; 可持续发展; 渭河流域

**中图分类号** :TV213.4      **文献标识码** :A      **文章编号** :1004-693X(2007)01-0017-05

## Causes of formation of water problems in Weihe River Basin and countermeasures

LIU Yan , HU An-yan

( School of Environmental Science and Engineering , Chang 'an University , Xi 'an 710054 , China )

**Abstract** :Great decrease of water quantity , serious pollution of water quality , serious sedimentation in the lower reaches , and frequent flood have taken place in Weihe River Basin since the 1990s. Through analyses of incoming water , precipitation , water utilization , and runoff generation condition , it is concluded that human utilization of water resources is the main cause for decrease of runoff in the 1990s , and changes in precipitation and runoff generation condition also have some influences on it. Pollution and sedimentation result from random discharge of sewage and unreasonable operation of hydraulic engineering respectively. To solve the problems existing in Weihe River Basin , comprehensive control of different zones and segments and adjustment of industrial structure must be conducted for the improvement of the utilization rate of water resources , and the construction of sewage treatment infrastructure should be hastened to improve water environment condition gradually. Besides , the decrease of elevation in Tongguan to alleviate sedimentation of lower reaches , the practice of water transfer projects in Shaanxi Province to settle the problems of water shortage , sedimentation and flood in lower reaches , and the establishment of a water-saving society are all necessary for the sustainable development of water resources and eco-environment.

**Key words** :water resources ; ecological environment ; sustainable development ; Weihe River Basin

渭河是陕西人民的母亲河,流域面积仅占全省国土面积的 1/3,却聚集着全省近 61% 的人口、56% 的耕地和 81% 的国内生产总值,是全省乃至全国重要的工业、国防、科研教育基地,也是连接我国东西南北的交通要道。但近十几年来,随着人类社会经济活动强度和规模的日益强大,渭河已凸现出一系列的“病态”特征,直接威胁了当地的社会、经济和生态的可持续发展,已经引起了国内众多学者的高度

重视<sup>[1-6]</sup>。本文拟在分析总结前人研究的基础上,从流域的实际情况出发,系统分析流域存在的问题及其原因,提出相应的科学对策。

### 1 存在的主要问题

#### 1.1 河流水量减少,水资源短缺加剧

河流的天然径流量大小代表着可供人类利用能力的强弱。天然径流量越大,可为人类利用的能力

越强,反之越弱。自1934年以来,渭河流域干支流的河川径流量都不同程度地减少。整体上讲,相对于其大部分支流,渭河干流径流减少程度大,20世纪90年代咸阳站比多年均值减少了41.8%,林咸区间减少了41.7%,涝峪减少最多,为48.3%,而沔河减少了30.1%,洛河减少了9.2%,泾河减少了21.7%(表1)<sup>[7]</sup>。同时无论干流还是支流水量均达到了最少,可供水量锐减,与流域用水需求的急速增长之间的矛盾更加尖锐。

表1 渭河流域多年平均天然径流量 亿 m<sup>3</sup>

时 段	渭河 咸阳站	沔河 秦渡 镇站	涝峪 涝峪 口站	黑河 黑峪 口站	泾河 张家 山站	洛河 状头 站	渭河林 咸区 间
1934~2000	52.34	2.65	1.31	6.07	18.80	8.69	28.04
1956~2000	49.83	2.48	1.18	5.92	18.46	8.34	25.60
1961~2000	49.41	2.45	1.16	5.77	18.60	8.18	25.47
1971~2000	43.44	2.31	1.10	5.49	17.00	8.58	22.02
1981~2000	43.24	2.34	1.22	5.61	16.80	8.46	22.85
1991~2000	30.54	1.85	0.75	3.60	14.73	7.90	16.34
90年代 减少量	21.80	0.80	0.56	2.47	4.07	0.79	11.70

## 1.2 河流水质污染严重,并有不断恶化的趋势

渭河是关中地区唯一的废污水接纳和排泄的通道,全省80%以上的工业废水和生活污水通过渭河排泄。随着流域内工业飞速发展和沿岸人口的急速膨胀,排入渭河的污水量也由1980年的4.9亿 m<sup>3</sup>剧增到2000年的9.29亿 m<sup>3</sup>,且径流量显著减少,污径比不断攀升,造成渭河污染状况日益严重。

据《2003年陕西省水资源公报》统计,全年渭河流域评价河长1006.5 km,水质达到和优于Ⅲ类的河长仅172.4 km,占评价河长的17.1%,而水质劣于Ⅳ类的河长有834.1 km,占评价河长的82.9%,其中Ⅴ类水及劣Ⅴ类水的河长为773.3 km,占评价总河长的76.9%,说明渭河流域大部分河段已严重污染,部分河段已完全丧失了使用价值。

## 1.3 下游泥沙淤积严重,洪水问题突出

在三门峡水库建库前2500年间,渭河下游冲淤相对平衡,平面形态基本稳定,平滩流量约为5000 m<sup>3</sup>/s,是一条典型的地下河。而自20世纪60

年代以来,渭河下游泥沙淤积持续发展,至2004年汛后淤积泥沙13.54亿 m<sup>3</sup>,其中90年代初以来淤积了2.67亿 m<sup>3</sup>。

图1为1981年与2003年渭河中游咸阳站和下游华县站最大连续水量对比情况。由图1可见,2003年不同时间尺度的连续水量都有大幅度的下降。

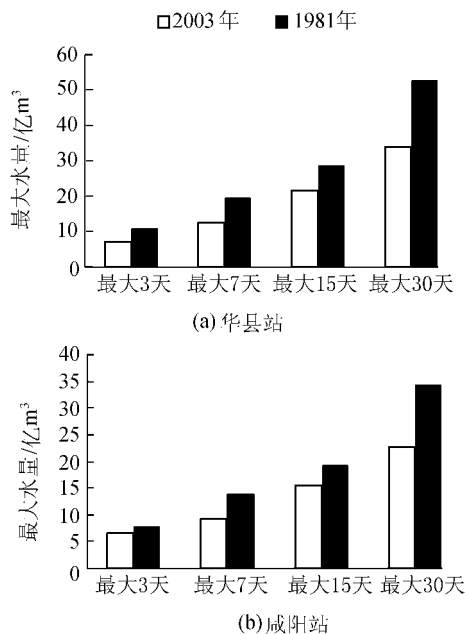


图1 渭河不同时期最大水量对比

随着下游河道淤积加重,河床抬高、主槽萎缩、河势恶化,平滩流量降低,行洪能力下降,同水量水位抬高,洪水临堤频率提高、持续时间增长,进而导致南山支流汇水不畅,甚至出现干流洪水倒灌支流的情况,不少支流正向着或已成为“地上河”,致使渭河下游“小水大灾”频繁出现。

## 2 原因分析

### 2.1 水量减少

#### 2.1.1 来水条件变化

渭河流域地表径流由两部分组成:渭河上游(甘肃境内)入境客水和陕西省境内的自产水量。入境客水量的多少直接影响着陕西省境内渭河流域水量的多少,对流域内社会经济的发展及中下游生态环境

表2 2003年陕西省渭河水质分类河长

河流	评价河 长/km	水质分类河长/km					所占比例/%					
		I类	II类	III类	IV类	V类	劣V类	I、II、III类	IV类	V类	劣V类	
渭河干流	168.8				60.8	60.0	48.0		36.0	35.5	28.4	
黑河	91.0		91.0					100.0				
沔河	14.8						14.8				100.0	
灞河	81.4		81.4					100.0				
泾河	238.8					148.8	90.0			62.3	37.7	
北洛河	411.7					158.1	253.6			38.4	61.6	
合计	1006.5		172.4		60.8	366.9	406.4		17.1	6.0	36.5	40.4

注:摘自《2003年陕西省水资源公报》。

的改善起着十分重要的制约作用。入境水量的大小可用林家村站水量表征,50年平均入境客水水量为21.79亿m<sup>3</sup>,最多为48.82亿m<sup>3</sup>,最小为4.02亿m<sup>3</sup>。50年中除20世纪60年代水量颇丰外,50年代、70年代和80年代水量与多年均值相差不大,而90年代却仅有10.72亿m<sup>3</sup>,比多年均值减少了近51%,仅此一项就使得陕西省渭河流域90年代水量减少了近10亿m<sup>3</sup>左右,见表3。

表3 渭河林家村站多年来水量 亿m<sup>3</sup>

时段	平均水量	最大水量	最小水量
1951~2000年	21.79	48.82	4.02
50年代	21.08	30.37	12.91
60年代	33.05	48.82	19.05
70年代	20.82	33.40	11.50
80年代	23.26	36.10	13.00
90年代	10.72	22.84	4.02

### 2.1.2 降水条件变化

降水是地表水的直接来源,降水量的多少直接影响着地表径流的多少<sup>[8]</sup>。渭河流域不同区段降水量年代变化的趋势基本相同,50年代、60年代降水量较为丰富,降水量距平大多数为正值;70年代降水量较少,距平均为负值,但减少的幅度不大,最大负距平仅为-6.7;80年代渭河上游降水量与多年均值相近,下游华县站和泾河流域略有减少;90年代全流域降水量达50年来最小水平,各区段均出现负距平,最大负距平达-9.6,最小的也有-2.0。整体而言,渭河流域的降水与地表径流有着良好的正相关关系,90年代全流域降水的大幅度减少是造成流域径流减少的又一因素。

### 2.1.3 用水条件变化

随着渭河流域工农业和城市的发展,用水的需求也随之增加,见表5。无论是工业用水、农业灌溉用水还是城镇生活用水等,都以不同方式(直接引用渭河地表水,或打井抽取地下水)消耗了流域内的水资源,在一定程度上减少了渭河流域的径流量。据估算,仅关中地区2000年耗用地表水水量就达137.217亿m<sup>3</sup><sup>①</sup>。

表5 渭河流域关中地区不同年份用水量 亿m<sup>3</sup>

年份	农灌用水	工业用水	城镇生活用水	农村用水	林木渔业用水	生态用水
1980	39.74	5.61	2.18	2.05	0.30	
1995	34.42	10.79	2.73	2.72	1.40	
1997	27.91	10.47	7.34	2.61	1.73	1.41
2000	28.01	10.73	8.30	2.81	1.27	0.80

### 2.1.4 产水条件变化

地表水产流的下垫面条件改变,对其径流量的大小起着重要的作用<sup>[9]</sup>。陕西省境内渭河流域梯田面积由20世纪60年代的1.99万hm<sup>2</sup>剧增到1996年的81.05万hm<sup>2</sup>;同期林地面积也由45万hm<sup>2</sup>增长到135.27万hm<sup>2</sup>,草地面积由0.58万hm<sup>2</sup>增长到3.48万hm<sup>2</sup>,坝地面积由0.08万hm<sup>2</sup>增长到1.25万hm<sup>2</sup>,总计水土保持面积由7.18万hm<sup>2</sup>增长到252.32万hm<sup>2</sup>。大规模的水土保持工作使得雨水就地入渗,流域内产流减少,地表径流随之减少。赵俊侠等<sup>[5]</sup>分别利用“水保法”和“水文法”估算,1990~1996年渭河流域水土保持工作年均减少水量分别为28.48亿m<sup>3</sup>和25.71亿m<sup>3</sup>,见图2。

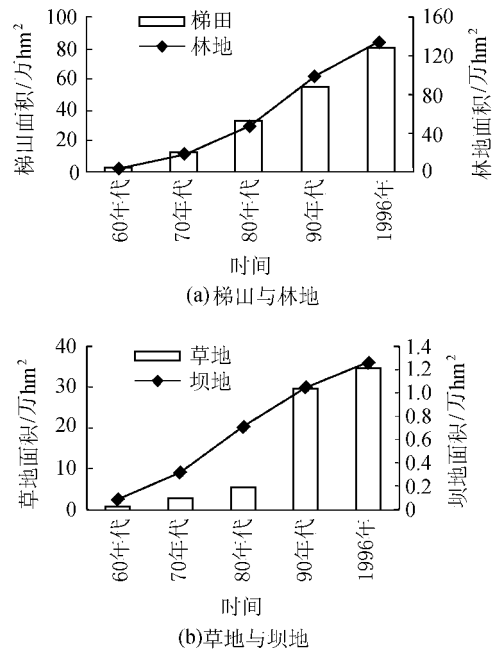


图2 渭河流域不同年代水土保持面积

表4 渭河流域不同区段时段降水量

区段	降水量					与平均值的差值				
	50年代	60年代	70年代	80年代	90年代	50年代	60年代	70年代	80年代	90年代
北林区间	579.1	618.8	541.7	592.9	561.5	-0.2	6.6	-6.7	2.2	-3.2
林咸区间	717.5	653.3	611.6	662.4	608.9	10.1	0.3	-6.1	1.7	-6.5
张咸华区间	713.0	641.4	605.2	668.2	582.4	10.7	-0.4	-6.1	3.7	-9.6
张家山以上	506.4	557.6	487.5	481.1	496.4	0	10.1	-3.8	-5.0	-2.0
华县以上	567.0	583.2	529.8	542.5	517.2	3.1	6.1	-3.7	-1.3	-5.9

① 陕西省水利电力勘测设计研究院,陕西省水资源开发利用情况调查评价,2003。

## 2.2 污染加剧原因

由于渭河流域内污水处理设施建设的严重滞后,大量的生活污水和工业废水未经处理直接排入渭河,渭河沿岸共设置排污口 44 个,此外,渭河两岸支流众多,较大的支流就有 41 个,其中 2/3 的支流严重污染,污水汇入渭河干流。已污染的支流汇入,实际上等于增加了渭河排污口的数量,见表 6<sup>①</sup>。

表 6 2000 年渭河流域支流排污量统计

支流	企业数	排污量/万 t	支流	企业数	排污量/万 t
金陵河	4	0.51	尤 河	29	292.75
千 河	9	25.75	赤水河	4	138.42
宝峡干渠	18	218.25	罗敷河	2	807.34
漆水河	5	50.46	仙峪河	8	34.24
津 河	18	512.79	涝峪河	15	863.20
泾 河	21	38.19	灞 河	133	2279.24
黑 河	19	1422.12	皂 河	77	958.28
石川河	54	549.06	临 河	8	153.19
漕运河	131	1336.59	洛 河	87	1017.64
新 河	18	802.27	合 计	660	11500.29

自 1960 年三门峡水库投入运行以来,渭河水沙问题日渐突出,潼关高程不断抬升并长时段居高不下,渭河入黄河口的潼关高程 40 年内升高近 5 m(表 7)<sup>①</sup>,下游比降由建库前的 1/5 000 减缓至近 1/10 000,溯源淤积已延至咸阳(距渭河入黄河口 208 km 之远)加之近期上游河川径流量减少,含沙量较高的中、低水流量率增加,有利于排沙的洪水减少,从而造成了渭河下游处于“淤了还升,升了更淤”的恶性循环之中。

表 7 潼关高程变化

年份	潼关高程/m	年份	潼关高程/m	年份	潼关高程/m
1960	323.40	1975	326.04	1990	327.60
1969	328.65	1980	327.38	1995	328.28
1973	326.64	1985	326.64	2002	328.78

## 3 对 策

### 3.1 实行分区、分段治理

渭河是一个地跨三省的大流域,渭河的健康不仅与所流经地区息息相关,还对其经济社会发展起着重要的制约作用,因此,渭河的治理不是某个省或某一地区可以独立实现的,要求流域内各省之间协作治理,统一安排,兼顾上下游的利益,科学配水。

### 3.2 调整产业结构,切实提高有限水资源的利用率

随着工农业的不断发展,流域内水资源供需矛盾更加尖锐,在入境水量大量减少的情况下,更需要对现有产业结构进行调整,努力提高水的利用效率,充分利用当地自产水量,并利用当地丰厚的黄土地

层,有效地对区内降水资源及洪水水资源进行调蓄,使当地的地下水源得到涵养,在保证生态环境安全的前提下,对流域内的地表地下水资源进行全面的优化配置,以发挥最大的经济、社会和生态价值。

### 3.3 加快污水处理工程的建设,有效控制渭河的污染

一方面加强对污染企业的管理,坚决禁止向渭河干支流直接排污,对入渭的污染物总量进行严格控制,另一方面加快污水处理工程设施的建设步伐,积极实施废污水的分区治理,各地区、各城市污染物进行“自产自消”,尽量减少下游治污负担和压力,从而有效改善渭河水质状况。

### 3.4 降低潼关高程,缓解下游淤积问题

彻底改变三门峡水库的运行方式,在近期实行全年敞泄运行,从而改善渭河下游潼关的水沙入黄现状,尽全力重新塑造渭河下游理想的河槽,恢复其行洪能力,恢复渭河尾间段设防标准下的防洪能力,减小洪水成灾的风险。

### 3.5 加强骨干调水工程建设,综合解决下游淤积与洪水问题

将陕西省秦巴山区的可调水源调入渭河,实行“清水冲沙,救渭入黄”,尽快实施省内的南水北调工程(引乾济石、引汉济渭等),不仅可以解决渭河下游河道淤积问题,还可以增大黄河下游水量,以供应京、冀、鲁、豫的用水,充分将中线调水与解决渭河问题、关中缺水问题、三门峡问题、治黄问题和京津、豫、鲁供水问题结合起来。

### 3.6 建立节水型社会

改变社会大众不珍惜水的错误观念,改变浪费水和污染水的不良习惯,深入认识水资源不是无限的,认识到为了获取有用的水需要花费大量的人力、财力和物力,甚至付出破坏生态环境的代价<sup>[10]</sup>。节水型社会要求从科学技术上改变过时的决策思路和工程设施,使输水、用水、排水系统成为循环用水、节约用水、分类用水的节水系统,建设节水型社会。对于渭河流域这样资源型缺水严重的地区,要实现流域水资源和生态环境可持续发展,建立节水型社会是最根本的选择。

## 4 结 论

渭河流域流量减少、污染加剧、河道萎缩、洪水频发的问题日趋严重,不论是流域入境客水的减少,境内水资源开发利用量增大,还是废污水排放量的剧增,水利工程设施的不科学运行,归根结底,渭河

① 陕西省渭河流域综合治理规划编制组. 水环境保护与规划. 2002.

存在的问题是人水关系紧张的直接表现。渭河的治理、开发与保护,不仅影响着当地社会经济的发展,还直接影响着黄河流域的治理大局。要共同实现渭河流域和黄河流域水资源与生态环境的可持续发展,就必须从流域整体出发,分区分段进行治理,科学分配有限水资源,并在调整产业结构、提高水资源利用效率的同时,加强污水处理基础设施的建设,彻底改变过去浪费水、污染水的观念,最终建立节水型社会。

#### 参考文献:

[1] 王兆印,李昌志,王贵新.潼关高程对渭河河床演变的影响[J].水利学报,2004(9):1-8.  
 [2] 邢大韦,张玉芳,栗晓玲.对2003陕西渭河洪水的思考[J].水利与建筑工程学报,2004(1):1-5.  
 [3] 王兆印,吴保生,李昌志.对渭河下游是否已经达到冲淤平衡的分析[J].人民黄河,2004,26(4):16-18.

[4] 胡春宏,陈建国,郭庆超.潼关高程的稳定降低与渭河下游河道综合治理[J].中国水利水电科学研究院学报,2004,2(1):19-25.  
 [5] 赵俊侠,王宏,马勇.1990~1996年渭河水沙变化原因初步分析[J].水土保持学报,2001,15(6):136-139.  
 [6] 陈发中,戴明英,吴卿.渭河水沙变化及特性分析[J].人民黄河,1999,21(8):16-19.  
 [7] 史鉴,陈兆丰,邢大韦.关中地区水资源合理开发利用与生态环境保护[M].郑州:黄河水利出版社,2002:207-211.  
 [8] 许炯心.人类活动影响下的黄河下游得到泥沙淤积宏观趋势研究[J].水利学报,2004(2):8-16.  
 [9] 陈霁巍,穆兴民.黄河断流的态势成因与科学对策[J].自然资源学报,2000,15(1):31-35.  
 [10] 李佩成,冯国章.论干旱半干旱地区水资源可持续供给原则及节水型社会的建立[J].干旱地区农业研究,1997,15(2):1-7.

(收稿日期:2005-09-01 编辑:傅伟群)

#### (上接第12页)

[3] 田淑媛.水生微管束植物处理废水及其利用[J].城市环境与城市生态,2000,13(6):54-56.  
 [4] 宋祥甫.浮床水稻对富营养化水体中氮磷的去除效果及规律研究[J].环境科学学报,1998,18(5):489-494.  
 [5] 矿远文,温达志.有机物及重金属植物修复研究进展[J].生态学杂志,2004,23(1):90-96.  
 [6] 赵爱芬,赵雪,常学礼.植物对污染土壤修复作用的研究进展[J].土壤通报,2000,31(1):43-46.  
 [7] 夏立群,张红莲.植物修复技术在近海污染治理中的研究与应用[J].水资源保护,2005,21(1):32-35.  
 [8] 蒋先军,骆永明.镉污染土壤的植物修复及其EDTA调控研究I.镉对富集植物印度芥菜 *Brassica juncea* 的毒性[J].土壤,2000,33(4):35-39.  
 [9] 田吉林,沈瑞娟. MerB 基因序列修饰及转基因烟草对有机汞的高抗作用[J].科学通报,2002,47(23):1815-1819.  
 [10] REDDY, D. Variations in physicochemical parameters of water selected aquatic systems[J]. Hydrobiologia, 1981, 85: 201-207.  
 [11] REDDY K R, PATRICH J W H, LINDAU C W. Nitrification denitrification at the plant root sediment interfaces in wetlands[J]. Limnology and Oceanography, 1998, 34(6):1004-1013.  
 [12] JERALD L, SCHNOOR L A, LICHT S C. Phytoremediation of organic and nutrient contaminant[J]. Environ Sc & Technol, 1995, 29(7):318A-323A.  
 [13] DONNELLY P K, FLETCHER J S. In abstracts of the 13th annual meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 1992, 2:103-109.  
 [14] BURKEN J G, SCHNOOR J L. Phytoremediation: plant

uptake of atrazine and role of root exudates[J]. J Environ Qual, 1996, 122(11):958-963.  
 [15] PETERSON M, HORST G L, SHEA P J, et al. Germination and seedling development of switchgrass and smooth brome grass exposed to 2,4,6-trinitrotoluene[J]. Environ Pollut, 1998, 99(1):53-59.  
 [16] TCHOBANGLIOUS G. Ecological engineering for wastewater treatment[M]. New York: Bok Skogen Publishers, 1991:110-120.  
 [17] NEUHAUER H, SEHNEIDER W. Die Aufnahme von Kcim pflanzen und ihre Anwendung auf die Beseitigung von Nitrat im Boden[J]. Z pflanzenbau Bodenkd, 2000, A 329-362.  
 [18] PUNSSION T, LEEP N W, ALLOWAY P J. Cadmium uptake and accumulation characteristics in a range of vegetable crops. 5th international conference on the biogeochemistry of trace elements[J]. Vienna Austria, 1999, 1:578-579.  
 [19] YAN Jingsong, MA Shijun. Ecological engineering for wastewater treatment[M]. New York: Bok Skogen Publishers, 1991:81-90.  
 [20] MITSCH W J. Ecological Engineering[M]. Hoboken: Wiley Press, 1993:177-191.  
 [21] HASSETT S B, SWARTOUT J, SCHOENY R, et al. Health effects of mercury and mercury compounds[C]//Mercury Study Report to Congress, Vol. Washington: Environmental Protection Agency, 1997.  
 [22] MURPHY. A comparison of metallothionein gene expression and nonprotein thiols in ten Arabidopsis ecotypes[J]. Plant physiology, 1995, 109:945-954.

(收稿日期:2005-00-00 编辑:傅伟群)