

## 陕西渭河流域水资源与生态问题研究

尚 华

(陕西铁路工程职业技术学院, 陕西 渭南 714000)

**摘 要:** 水资源短缺与生态环境严重恶化已成为影响陕西关中地区社会经济可持续发展的瓶颈。通过对陕西关中地区渭河流域水资源开发利用现状、水沙变化特点及其生态环境现状进行分析, 提出了目前该区在水资源开发利用与生态环境建设中所面临的主要问题, 并分析探讨了问题存在的根源, 提出了相应的对策与建议。

**关键词:** 渭河流域; 水资源; 生态环境

**中图分类号:** TV213.4; X171.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2007)05-0089-04

## Study on the Water Resources and Ecological Environment in Weihe River

SHANG Hua

(Shaanxi Institute of Railway Engineering Technology, Weinan, Shaanxi 714000, China)

**Abstract:** Water resources shortage and ecological environment deterioration are major restricted factors for social and economic development of the Shaanxi Guanzhong plain. By analyzing the status of water resources utilization, water and sediment characteristics and ecological environment, the main problems of water resources and ecological environment in the Yellow River basin are pointed out, the roots of which are analyzed, and countermeasures and suggestions are also put forward.

**Key words:** the Weihe River; water resources; ecological environment

渭河作为黄河最大的支流, 沿河两岸不仅是陕西省社会经济发展的中心区域——关中地区, 而且在国家西部大开发中具有承东启西的战略地位。随着人口增长和社会经济发展, 目前陕西关中渭河流域水资源短缺、水环境污染、水土流失、下游河道淤积导致防洪压力增大等问题日益突出, 并出现了“上游水少, 中游水黑, 下游淤积”的不利局面。可见水资源短缺与生态环境恶化已成为制约该区社会经济可持续发展的“瓶颈”<sup>[1,2]</sup>。因此研究该区域水资源与生态环境问题对于社会经济可持续发展、生态环境建设与水资源的优化合理配置等具有十分重要的意义。

### 1 渭河水资源开发利用、水沙变化及生态环境现状

#### 1.1 水资源开发利用现状

目前, 陕西省渭河流域集中了陕西省总人口的 60.8%, 工农业总产值的 72.7%, 耕地的 56.3%, 灌溉面积的 77.7%, 但该区域人均及其耕地每公顷平均占有水资源量分别为 386 亿 m<sup>3</sup> 和 4 890 m<sup>3</sup>, 仅占全国平均水平的 15% 和 16%。从目前国际上流行的“水资源紧缺指标(人均 < 1 000 m<sup>3</sup>/a 属于中度缺水; < 500 m<sup>3</sup>/a 属于极度缺水)”分析, 陕西渭河流域属于极度严重缺水地区。在水资源开发利用方面, 陕西省渭河流域自产水资源总量 69.96 亿 m<sup>3</sup>/a, 入境水量 33.58 亿 m<sup>3</sup>/a (不包括东雷抽黄水量), 水资源总量为 103.5 亿 m<sup>3</sup>/a, 2000 年供水量为 51.01 亿 m<sup>3</sup>, 扣除东雷抽黄 0.8 亿 m<sup>3</sup> 及其岩溶水 0.65 亿 m<sup>3</sup>, 供水量为 49.56 亿 m<sup>3</sup>。渭河流域的水资源开发利用程度已达 47.9%, 接近水

资源总量的一半, 其利用程度已较高, 其中地表水资源供水量占自产水量的 28.3%, 计入境客水后, 地表水资源的开发利用率为 20.6%, 浅层地下水实际开采量占补给量的 78.5%, 是可开采量的 99.1%, 开发利用程度已经很高。

#### 1.2 泥沙变化特点

渭河作为黄河流域最大的支流, 多年平均输沙量达 4 亿 t 以上。渭河华县站的多年平均含沙量达到 81.8 kg/m<sup>3</sup>。近千年来, 多沙的渭河自身具有冲淤剧烈的特点, 但在修建三门峡水库后, 近 40 a 以来, 渭河咸阳段断面以下泥沙淤积量已达 13 亿 m<sup>3</sup>, 河床淤积使河道不断抬升, 渭南以下的渭河已成为名副其实的地上悬河。有关学者研究结果表明<sup>[3]</sup>, 目前, 渭河流域具有中上游多年冲淤基本平衡, 中游河段河槽摆动不大, 河槽向深度方向发展, 下游泥沙淤积不断增长的特点。由于河沙淤积, 造成了许多不利的影响, 如水位抬高、河槽不稳定、出现倒灌现象、过洪能力锐减等严重问题。

#### 1.3 生态环境现状

##### 1.3.1 河川径流量减少, 水体自净能力丧失

根据实测, 渭河流域自进入 20 世纪 90 年代后因受降雨和人为因素的影响, 径流有递减趋势。从表 1 各个时期径流量变化来看, 1990~1996 年径流量比 50~60 年代、70 年代和 80 年代分别减少 58.1%, 30.1%, 50.3%, 洪水径流量分别减少 60.1%, 37.3%, 58.3%<sup>[4]</sup>。以渭河林家村为例, 年径流量从 50~80 年代平均为 21~23 亿 m<sup>3</sup>, 而 90 年代平均径流量则为 10.17 亿 m<sup>3</sup>, 仅是前 40 a 平均径流量的

49.12%，到 2000 年仅有 4 亿  $\text{m}^3$ 。由于河道径流锐减，渭河主流曾多处出现断流，使渭河自身稀释与纳污能力大大降低，加重了渭河污染的程度，降低了河道的冲沙能力，下游泥沙淤积严重。由于过度开发，使渭河流域成为黄土高原水土流失较严重地区之一<sup>[5]</sup>。分析不同时段流域代表站的径流量均值变化趋势（见表 2），可以得到结论，即受全球气候变暖的影响，径流在近 20 a 内均呈递减的趋势。河川径流减少，降低河流自净能力，加剧水环境恶化趋势<sup>[6]</sup>。

表 1 渭河流域径流量变化 亿  $\text{m}^3$ 

年份	1969 以前	1970~ 1979	1980~ 1989	1990~ 1996	平均
年	77.25	46.31	65.11	32.39	59.93
汛	55.92	34.69	53.33	23.54	45.11
洪水	39.09	24.82	37.38	15.58	31.00
基流量	38.16	21.49	27.73	16.81	28.38
洪量模数/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ )	61771	39221	59.69	24620	49851

### 1.3.2 地下水严重超采

渭河关中地区地下水总补给量为 56.38 亿  $\text{m}^3$ ，大面积开采量为 28.7 亿  $\text{m}^3$ ，可占全省开采量 72%，除部分农业用水外，工业、城镇生活用水 90% 要利用地下水，导致地下水

位因严重超采而迅速下降。90 年代渭河南部周至、户县一带地下水埋深比 60 年代下降 15~20 m，咸阳市、西安市的渭河水源井群水位近 20 a 累计下降值 40~60 m，最大埋深 140 m。渭河关中地区地下水水位下降区面积目前已达 2 400 多  $\text{km}^2$ ，如西安城区超采 25%，漏斗面积达到 300  $\text{km}^2$ ，最大埋深达 120 m，最大下降率达到 5 m/a，可开采量为 13.8 亿  $\text{m}^3$ ，目前开采已超过 13.14 亿  $\text{m}^3$ ，占可开采量的 95.22%。渭南市、宝鸡市、咸阳市地下水开采量占可开采量分别为 107%、45.3% 和 85.7%。宝鸡市渭河部分地区地下水已经枯干，地下水严重超采导致渭河关中地区形成 19 个下降漏斗，沿岸城区出现大面积地面沉降，造成了地裂缝的出现，给城市建筑和基础设施造成极大的破坏<sup>[7]</sup>。由于经济发展和城镇人口增加，导致地下水大量超采，1986~2000 年累计超采地下水  $69.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，年均超采地下水  $4.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，导致一些地方出现地面裂缝、沉降等一系列地质环境问题。以西安市为例，据省地矿部门统计资料，西安累积沉降量大于 100 mm 的面积为 100  $\text{km}^2$ ，大于 1 000 mm 的面积为 41  $\text{km}^2$ ，最大累积沉降量已达 2 300 mm，沉降速率为 3 093 mm/a，远超出 24 mm/a 的区域形变<sup>[8]</sup>。

表 2 渭河流域主要控制站年径流量均值变化

站名	实测长系列均值/mm		不同时段均值与实测长系列均值比较的增减幅度/%					
	年数	均值	1940~1949	1950~1959	1960~1969	1970~1979	1980~1989	1990~2000
黑峪口	60	6.072	-0.61	23.20	7.71	-17.03	-17.03	-35.97
秦渡镇	57	2.651	14.22	24.48	4.41	-14.75	8.75	-28.03
涝峪口	57	1.307	26.40	33.05	-0.77	-18.90	13.93	-39.56
张家山	69	18.96	16.03	7.94	16.03	-3.30	-1.17	-17.70
状头	67	8.656	1.848	-15.62	18.1	1.04	11.08	-8.61
林家村	67	24.28	-1.81	-10.79	33.73	1.81	7.38	-37.76
咸 阳	62	55.17	6.66	0.72	19.19	-13.07	1.54	-35.06

### 1.3.3 水质严重污染

渭河流域治污力度很弱，城市、工业废水直排入河，水质严重污染，更加剧了水资源供需矛盾，危及人们的健康。随着经济发展和城市人口增长，排入渭河的工业废水和生活污水不断增加，水污染逐年加重。据有关部门资料，80 年代渭河接纳废、污水量为 4.17 亿 t，而到 2000 年已增加到 6.20 亿 t。渭河每年接纳全省 78% 的工业废水和 86% 的生活污水，渭河干流宝鸡到潼关段 370 km 的河段，全部为 V 类和超 V 类水质<sup>[9]</sup>。近年来，由于地表污染水体的下渗和固体废物淋滤入渗等原因，造成区内重要城镇和重点工业区的地下水污染日益突出。渭河中下游除渭南市地下水水质尚好外，其它城市地下水均遭到一定程度污染<sup>[10]</sup>。

表 3 渭河流域废污水排放量变化 亿 t

项目	年份	
	1987 年	2000 年
工业废水	3.38	3.09
生活污水	2.13	3.11
合 计	5.51	6.20

分析 1987 年和 2000 年流域废污水排放量（见表 3）可以看出：近十几年来工业废水排放量虽趋下降且基本稳定的态势，但随着城镇人口的增长，居民生活水平的提高，生活污水

排放量呈明显上攀趋势，年均上攀 7.5%<sup>[11]</sup>。2000 年在对 1 328.6 km 的评价河长中，全年河流不同来水期平均，没有 I 类水质，II 类水质河长占评价河长的 6.8%，III 类水质占 9.1%，IV 类水质占 15.7%，V 类水质占 20.1%，超 V 类水质占 48.3%，其主要为有机污染。选取  $\text{COD}_\text{Cr}$ 、 $\text{BOD}_5$  作为预报指标，对渭河流域咸阳段、耿镇段水质断面采用趋势外推法进行不同水平年的水质预测（见表 4）。可以看出，不管是现状，还是未来渭河水质污染将持续恶化，必须实施渭河综合治理方案，有效遏制其恶化势头。

表 4 渭河咸阳、耿镇断面水质预测结果  $\text{mg/L}$ 

项目	咸阳站			耿 镇		
	2000	2010	2020	2000	2010	2020
$\text{COD}_\text{Cr}$	213	287	352	88.9	120	150
类别	>V	>V	>V	>V	>V	>V
$\text{BOD}_5$	45.6	62.6	75.4	15.4	21.1	25.9
类别	>V	>V	>V	>V	>V	>V

### 1.3.4 水土流失与河道淤积严重

截止 1997 年渭河咸阳段以下泥沙淤积量达 13.2 亿  $\text{m}^3$ ，致使下游河道萎缩，主河槽过水断面锐减，渭河下游已成为像黄河一样的地上“悬河”。由于黄河三门峡水库多年高水位蓄水运行，造成关中东部三门峡库区泥沙严重淤积，

渭河下游河床抬高约 5 m,形成悬河。据统计,渭河流域多年平均年降水量 613.4 mm,径流量 59.93 亿 m<sup>3</sup>,输沙量 1.339 亿 t。渭河流域面积与径流量分别占黄河的 17.9%和 16.5%,而输沙量占 32.5%。渭河流域地貌类型可分为黄土丘陵沟壑区、黄土阶地区、土石山区和河谷冲积平原区,流域水土流失面积 101 075 km<sup>2</sup>,占流域总面积的 75%,其中以黄土丘陵沟壑区为主要侵蚀类型区,主要分布在流域的上游,约占流域面积的 50%左右,为泥沙集中产区,年均土壤侵蚀模数 5 000~15 000 t/(km<sup>2</sup>·a),局部地区高达 30 000 t/(km<sup>2</sup>·a)。陕西境内渭河流域水土流失面积 4.8 万 km<sup>2</sup>,中度以上侵蚀强度面积 3.36 万 km<sup>2</sup>,占水土流失面积 70%,

是渭河泥沙的主要来源区(见表 5)<sup>[12]</sup>。根据 1972 年和 1999 年咸阳以上渭河近 20 a 河道纵断面分析,眉县常兴桥以下均发生淤积,扶风、武功、兴平段最大淤厚分别为 10 cm,31 cm,46 cm,咸阳西兰公路桥上游处最大淤厚达 49 cm,因河床淤积,魏家堡站 90 年代 1 000 m<sup>3</sup>/s 洪水位比 70 年代最大抬高 0.4 m。水土流失结果使上游土壤被侵蚀,侵蚀的泥沙被搬运到流域的中下游,淤积河道,使河道的行洪能力和水库的减洪作用大大降低,导致不断加堤坝,河床不断被抬高,再加上三门峡水库抬高水位的影响,最终导致渭河在下游华阴一带成为地上悬河,洪灾发生几率大大提高<sup>[4]</sup>。

表 5 陕西省渭河流域水土流失情况表<sup>[7]</sup> km<sup>2</sup>

地市	流失面积	轻 度		中 度		强 度		极强度		剧 烈		侵蚀量/ 万 t
		面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	
合计	48169	13880	28	19328	42	8819	18	4214	98	1928	4	20640
西安	4429	2027	46	1346	30	1056	24					1061
铜川	2067	468	23	1466	71	131	6	2				360
宝鸡	9621	3300	34	4228	44	1471	15	478	5	144	2	3797
咸阳	7813	2204	28	2645	34	2236	29	535	8	193	1	1891
渭南	11134	4183	31	6270	63	681	6					2149
延安	11792	1664	14	3247	28	2923	25	2851	24	1107	9	9872
榆林	1313	34	2	126	9	321	24	348	26	484	39	1560

2 渭河流域水资源与生态环境问题成因分析

2.1 水土流失和地下水超采是引起水资源变化的根本原因

随着水资源需求量增多,人类不断地增加水资源开发力度,改变了降水、地表水和地下水的转化与平衡关系,其中水土流失和地下水超采是引起该区域水资源变化的根本原因。渭河流域水土流失区植被稀少,土壤持水能力差,水分蒸发快,无雨时严重干旱,一遇暴雨,径流迅速汇聚,形成山洪,冲刷农田。随着水土流失的加剧,生态环境严重恶化,蓄水保土能力降低,每遇汛期,大量泥沙淤积下游河道和水库,影响河道行洪及水库的开发与利用,减少了水库有效蓄水库容,污染了水质,直接影响着人民的生产生活用水质量。不少地区不顾当地水资源短缺的客观情况,盲目上马高耗水项目,大量抽取地下水,破坏了地下水含水层,也造成了水质恶化。由于西安市地下水大量超采,形成了巨大的地下水漏斗区,中心地区深度已超过 120 m,而且最大下降率达到 5 m/a。

2.2 治污设施落后是水质失去使用功能的重要原因

目前,渭河流域全段有 83 个较大的排污口,其中 95% 的排污口处在陕西关中地区,据了解,关中地区目前有污水处理设施的企业仅为 24%,而且处理设施正常运转的更少,这造成了污水实际处理率非常的小。由于每年有 4 万多 t 金属和数 10 万 t 的悬浮物排入渭河,这造成了渭河多处河段处于 V 类或超 V 类水。

2.3 缺乏协调管理是引起水资源与生态环境问题的关键

渭河流域在管理方面,仍处于一种各自为政或者“多头管理”的局面。渭河的各个河段两岸为了自身的利益,不顾及整体的发展,截流、蓄水在河道上处处可见。例如渭河流域建有大中小型蓄水工程 129 座、引水工程 1 635 处,其中在渭河干流上较大的引水工程有宝鸡峡水库、总干渠、高干

渠、渭惠渠等。同时,对于渭河,水利、河道管理处等多个部门都有权管理,这造成了在有利的时候渭河是属于自己部门,比如在采沙、调水、灌溉等方面;而在不利之时,推拉现象立即出现,好像跟渭河一下子“不认识”一样,比如洪涝灾害发生时。由此可知,缺乏协调管理是引起水资源与生态环境问题的又一关键。

3 渭河流域水资源可持续利用的保证措施

通过对渭河流域水资源开发利用与生态环境现状及其问题成因的分析,对渭河流域水资源与生态环境可持续发展提出如下对策与建议。

3.1 转变观念,深化对水资源与生态环境危机的认识

长期以来,我们始终把注意力放在开发建设、经济增长等方面,追求见效快,效益高的产业。对水资源合理利用应认真总结经验教训,认识水环境循环的变化规律,进行水资源统一调配,使水利事业有序发展。学会善待自然和顺应自然规律,做到“全面规划,统筹兼顾,兴利除害,标本兼治,综合治理”的原则,贯彻科学用水,节约用水,高效用水;因地制宜开发利用水资源,为陕西经济持久发展铺平道路。

3.2 加强区域间的合作与协调管理

对于渭河的治理,不是事关陕西省一个省的事情,甘肃、宁夏等有关兄弟省份也应尽一份力,只有形成合力,才能更好地解决渭河流域的生态环境问题。这里主要解决好两个方面的工作,一方面是动力,一方面是领导。对于动力,当前国家、省以及地方,都已经很清楚水资源的重要性,都已经非常清楚地明白渭河对于当地发展的关键性,因此,这个方面好解决。对于领导,就是由谁来担当总的负责人,这牵扯到权利、责任与利益之争的问题。渭河流经主要是陕西关中地区,让陕西省有关部门来进行整体管理可能甘肃、宁夏等省

份不会答应,因此,这就要求国家出面,协调好地区之间的关系,更好的管理渭河。所以,领导问题至今依旧存在,这是今后治理渭河应当注重的一个重要方面,尽管已有一些突破性进展,但还是不够理想。

### 3.3 加大治污力度,提高污水处理厂的运行效率

加大治污力度,一方面要企业建立完善配套的治污设施、设备,提高企业治污能力。前面已提到,关中地区目前有污水处理设施的企业仅为24%,更应加强这一方面的工作。另一方面,要尽可能的使污水处理厂发挥正常的功能。在陕西渭河沿岸5个大中城市中,西安、铜川、宝鸡、杨凌示范区均建有污水处理厂,但都存在闲置或“吃不饱”的问题。西安市的邓家村污水处理厂和北石桥污水处理厂建设早、运转比较正常,但污水处理状况也不容乐观。这两个污水处理厂的日处理污水能力是31万t,但由于收集能力有限,实际日处理污水20万t左右,而整个西安市每天排放污水80万t左右,西安市目前污水处理率也只有25%左右。因此提高污水处理厂的运营效率,是解决渭河污染的一个关键。

### 3.4 因地制宜,分区分类治理水土流失

陕西渭河流域水土流失面积大,分布范围广,涉及陕北黄土丘陵沟壑区、渭北高原沟壑区、渭河平原区和秦岭北麓等,侵蚀类型多样。为此,要针对不同地域地貌特征和土壤侵蚀类型,进行分区分类指导,科学配置各种水土流失防治措施,逐步建立起科学的水土保持综合防御体系,全面维护和改善生态环境。在减少入渭泥沙具体治理中,要坚持以小流域治理为单元,山、水、田、林、路综合治理,做到水保与水利相结合,工程措施、生物措施与耕作措施相结合,治沟与治坡相结合。加大以淤地坝建设为主的沟道治理,搞好坡面治理,形成完整的坡面防护体系,减少坡面径流产生和坡面水沙下泄,控制水土流失;充分发挥生态的自我修复功能,实施封山禁牧措施。在条件适宜地区,特别是地广人稀的丘陵沟壑区和秦岭北麓等,因地制宜地开展封山禁牧,充分发挥植被自我修复能力,达到改善生态环境,实现人与自然和谐共处的目的<sup>[7]</sup>。要积极开展水土流失情况动态监测工作,建立完整监测与管理信息系统。

### 3.5 科学规划,综合治理地下水超采

从地下水超采区水资源条件与实际状况出发,结合当地经济社会发展和生态环境建设需要,科学规划地下水开发利用总体布局。明确不同阶段地下水超采区控制和治理的目标与任务,提出具体治理实施方案。建立相应的管理体制、法制和机制,采取合理的综合保障措施,对水资源要进行总量控制,目标管理,分区分层开发。限量开采超采区地下水,对于不合理的深井予以封闭,使超采区范围逐步缩小、中心水位有所提高;以地下水严重超采区为控制和治理的重点,工程措施与非工程措施并举。加强地下水动态监测,采取有效措施防止出现新的地下水超采区;优先利用其他水源(拦蓄雨水、污水处理回用、咸水利用等),严格执行废污水排放标准,同时尽快建设污水治理工程。

### 3.6 完善有关法律法规,保证水资源可持续发展

1998年陕西省政府颁布了《陕西省渭河流域水污染防

治条例》以及随之颁布的《陕西省渭河流域城镇污水处理设施建设规划》。这些条例与规划,突出了“关”与“上”,即坚决关闭渭河沿岸所有的小造纸厂,对大造纸厂进行技术改造,达到排放标准;关中地区54个县城都将建污水处理厂,2006年前计划开工建设西安市第三、第四污水处理厂,宝鸡市十里铺污水处理厂等33个污水处理厂,“十一五”期间计划开工建设西安市第5污水处理厂、铜川耀州区污水处理厂、咸阳长武县污水处理厂等25个污水处理厂。同时,为了从根本上治理渭河污染,陕西省政府2004年9月下旬研究通过了《渭河水污染防治综合整治实施方案》,这个方案明确提出,将按照“节水与治污,清洁生产与循环经济,治理与关停,支流整治与产业结构调整”相结合的原则,用3~5a时间对渭河流域水环境保护存在的问题进行综合整治。这些都将对渭河环境的改善,起到巨大的推动作用。这对渭河流域水资源与生态可持续发展的有关保护工作提供了保障依据。

## 4 小 结

本文通过对陕西渭河流域水资源开发利用、泥沙变化特点与生态环境现状,以及对引起这些环境与生态问题成因分析基础上,对渭河流域水资源与生态环境的可持续发展提出了一系列的保障措施和对策建议。当然,对于渭河流域的治理是一个从理论到实践均需要深入广泛研究的问题,本文希望通过对此问题的研究,能够对渭河的治理与生态恢复做出一点有益的帮助。

### 参考文献:

- [1] 陈志勤. 关于渭河综合治理的对策研究[J]. 中国矿业, 2003, 12(2): 32-34.
- [2] 井涌. 论陕西渭河水环境承载能力及其调控策略[J]. 陕西环境, 2000, 10(1): 13-17.
- [3] 李忙全, 权永生, 马素梅, 等. 陕西省渭河流域综合治理规划专题规划之六——生态环境建设规划[R]. 2002.
- [4] 赵俊侠, 王宏, 马勇. 1990~1996年渭河流域水沙变化原因初步分析[J]. 水土保持学报, 2001, 15(6): 136-139.
- [5] 孙雪涛. 关于渭河流域水资源综合治理一些问题的认识[J]. 中国农业科技导报, 2002, 4(3): 32-36.
- [6] 陕西省发展计划委员会. 陕西省渭河流域综合治理规划综合报告[R]. 西安: 陕西省发展计划委员会, 2002.
- [7] 张勇, 王会让. 水土流失对渭河行洪能力影响浅析[J]. 水资源与水工程学报, 2005, 16(3): 78-80.
- [8] 陕西省发展计划委员会. 陕西省渭河流域综合治理规划综合报告[R]. 西安: 陕西省发展计划委员会, 2002.
- [9] 杨晓婷. 关中盆地地下水脆弱性评价指标体系与评价方法研究[D]. 西安: 长安大学, 2002.
- [10] 司全印, 冉新权, 等. 区域水污染控制与生态环境保护研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000.
- [11] 崔耀武. 对泾河干流陕西段防洪问题的认识及思考[J]. 西北电力发电, 2002, (1): 24-25.
- [12] 王亚亭, 李世平, 石志恒. 渭河流域水土保持的综合治理[J]. 水土保持研究, 2004, 11(2): 133-134.