



陕西省保护母亲河行动
——渭河健康生命行

渭河论坛

——渭河水资源论文集

WEIHELUNTAN

——WEIHESHUIZIZIYUANLUNWENJI

陕西省渭河流域管理局 编

陕西出版集团
陕西科学技术出版社

陕西省保护母亲河行动——渭河健康生命行

渭河论坛

——渭河水资源论文集

陕西省渭河流域管理局 编

陕西出版集团
陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

渭河论坛:渭河水资源论文集/陕西省渭河流域管理局编. —西安:陕西科学技术出版社,2009.8

ISBN 978 - 7 - 5369 - 4643 - 9

I. 渭... II. 陕... III. 渭河 - 水资源 - 文集 IV. TV213.4 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 105515 号

出 版 者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社
西安北大街 131 号 邮编 710003
电话(029)87211894 传真(029)87218236
<http://www.snstp.com>

发 行 者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社
电话(029)87212206 87260001

印 刷 陕西丰源印务有限公司

规 格 787mm × 960mm 1/16 开本

印 张 21.5 插页 2

字 数 390 千字

版 次 2009 年 8 月第 1 版
2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价 32.00 元

版权所有 翻印必究

《渭河论坛——渭河水资源论文集》编辑组织机构

主办单位:陕西省水利学会

陕西省水伙伴协会

陕西省渭河流域管理局

承办单位:陕西省水利学会渭河流域管理局分会

《渭河论坛——渭河水资源论文集》编委会

主 编:蒋建军

副主编:王剑明 郭 岗

编 委:许新红 庞金城 张俊英 孙少军 戴宏斌

前 言

2008年10月28日~29日,由陕西省水利学会、陕西省水伙伴协会、陕西省渭河流域管理局在西安共同举办了以“渭河水资源”为主题的第二届渭河论坛。邀请了中国工程院院士王浩、李佩成等近200名专家、学者参加了会议,着重从多角度、全方位来探讨渭河水资源开发、利用、节约和保护的对策措施,对于促进科学合理开发、利用渭河水资源,推进流域综合治理,推动渭河流域经济社会可持续发展具有十分积极的意义。

本次文化论坛共收集来自有关政府部门、水利部门和单位、高校以及科研机构的专家学者提交的学术论文70余篇。此论文集精选了其中的48篇论文,内容涉及水资源管理、水生态治理、水环境保护、水污染防治、水资源节约等方面,涵盖了农业、水利、环保、气象等不同行业,从流域管理、工程建设、城市发展方面论述水资源管理的形势、任务、目标和措施,并在维护河流健康生命、水权转换与分配、数字水调等方面提出了一些创新性观点,对今后做好渭河水资源管理工作具有一定的指导意义和重要的研究参考价值。

本书编辑过程中,得到了陕西省水利厅、陕西省水利学会、陕西省水伙伴协会、陕西省渭河流域管理局有关领导和专家的大力支持,在这里一并表示感谢。因编辑时间仓促,难免会出现一些疏漏和错误,谨请各位读者批评指正。

陕西省渭河流域管理局

2009年5月

目 录

第一篇 水资源管理

渭河水资源供需形势及对策措施	李景宗(3)
关于引汉济渭调水工程若干问题的认识	洪小康(13)
对渭河流域水资源的几点认识和思考	焦居仁(21)
建设引汉济渭工程 促进陕西科学发展	田万全(30)
陕西省 2020 年水资源配置之对策	孙平安(34)
维护渭河健康生命的探索与实践	蒋建军(37)
渭河流域水资源演变分析与管理战略刍议 贾仰文 仇亚琴 洪 梅 彭 辉(48)	
黄河水权转换的探索与实践	何宏谋 张文鸽 殷会娟(64)
陕西水资源管理的实践与思考	丁东华(74)
Mike Basin 在渭河流域水资源管理中的应用前景	宁楚湘 付晓刚(79)
实施渭河水量调度 维护渭河健康生命	郭 岗(85)
省内渭河流域地表水资源变化成因分析	郑生民 赵 洁 古明兴(90)
全面贯彻落实科学发展观 努力探索节水型社会建设新途径 ...	路中朝(96)
构建“关中地区配(供)水网络”初步探讨——浅析引汉济渭与关中东 水资源配置战略性调整	田 进 苏关健(104)
我省地下水监测工作现状及发展思路	林兴潮(114)
加强水资源监测 为“引汉济渭”提供可靠保障	赵 洁(118)
渭河河流健康的模糊综合评判初探	王光社 巩琳琳 张海军(129)
降水对渭河流域地表水资源的影响分析	井 涌(136)
破解渭河水短缺危机的思考	鱼晓利 丁东华(143)
陕西省黄河流域设区市许可水量分配方法研究 冯普林 薛亚莉 陈乃联 聂 荣(149)	
蒲城县节水型社会建设的难点重点及对策	保海瑛(160)
渭河流域水资源利用管理现状和对策	杨雪雁(165)

人类活动对渭河流域地表水资源的影响分析	井 涌(170)
渭河水量调度管理的困难和对策	张有功(174)
对渭河水资源保护开发利用的几点思考	马全生(178)
陕西关中城市群生态环境建设的构想	张润平(183)
关中灌溉历史变迁与现状水资源的供需矛盾	杨武学(190)
浅谈节水对渭河健康生命的效用	耿亚利(196)
渭河流域生态环境需要水量估算	葛芬莉(200)
渭河流域水资源承载力及影响因素研究	张俊英(205)
陕西省渭河流域水资源开发现状及供需形势分析	薛亚莉(210)
陕西渭河水量调度工作的思考	张广林 李晓春(218)
渭河流域水资源管理体制与机制	魏康龙 魏 明(226)
提升区域综合治理水平 重塑渭河健康生态系统	寸 伟(232)
渭河“数字水调”建设存在的问题及对策	张志强(236)
陕西省渭河水量调度的实践	李晓春(244)
加强水资源管理 实现水资源可持续发展	贺佰锋(250)

第二篇 水环境防治

渭河泥沙二次污染问题研究	邢大韦 张玉芳 粟晓玲(257)
千河流域水环境治理思考	陈文让 段卫忠(266)
水质水量结合评价陕西省渭河水污染状况探究	赵 洁 杨晓慧 张春玲 葛芬莉(272)
渭河污染需要持续综合整治	胡玉英 华红安(282)
陕西省渭河流域径流演变及影响因素分析	李桃英 庞金城(286)
凤翔县东风水库水质综合治理技术的研究与应用	寸 伟 陈勇锋 贾 森(293)
陕西省渭河流域水质现状与保护对策研究	张春玲 周晓强(300)
冯家山水库水环境建设现状及对策	张斌芳 张 茜(309)
淡水涡虫在水源地生物监测中作为指示生物的初步研究	孙 燕 赵 洁 周晓强 姚艳霞 李 治 温慧娜(315)
浅谈渭河流域水资源实时监控体系建设	袁江鹏(322)
水利工程对渭河水文情势及生态系统变化的影响	辛 琛 张洪波(326)

第一篇

水 资 源 管 理

渭河水资源供需形势及对策措施

李景宗*

(水利部黄河水利委员会总工程师办公室 河南 郑州)

渭河是黄河的第一大支流,涉及甘肃、宁夏、陕西三省(自治区),从西至东横贯富饶的关中平原。合理开发利用和保护渭河水资源,对促进和保障渭河流域特别是陕西省经济社会持续发展具有十分重要的战略意义和现实意义。

1 近期渭河水资源变化特点

渭河流域面积 13.48 万 km^2 ,多年平均水资源总量 110.56 亿 m^3 ,其中天然径流量 100.4 亿 m^3 ,地下水资源量 69.88 亿 m^3 ,扣除二者之间重复量后,天然径流量与地下水资源量之间不重复量 10.16 亿 m^3 。多年平均天然输沙量 6 亿 t。渭河的突出特点是水少、沙多、水沙关系不协调。1990 年以来,受自然因素及人类活动的影响,渭河径流及水沙关系发生了明显变化。

1.1 河川径流呈减少趋势

20 世纪 90 年代以来,渭河流域降雨量偏枯,加上国民经济耗水量的不断增加,河道径流量大幅度衰减。渭河干支流主要水文站不同时段实测径流量对比情况见表 1。

表 1 渭河主要水文站不同时段实测径流量对比表 单位:亿 m^3

时段		1956— 1970	1971— 1980	1981— 1990	1991— 2000	1956— 1990	1956— 2000
水文站							
干流	北 道	17.33	13.41	12.87	5.83	14.94	12.91
	林家村	29.00	14.56	18.20	6.06	21.79	18.29
	咸 阳	60.16	34.15	46.74	19.19	48.90	42.29
	华 县	93.85	55.61	81.55	39.45	79.41	70.53

* 作者简介:李景宗,(1958—),男,教授级高级工程师。水利部黄河水利委员会总工程师办公室主任,长期从事流域规划及水利水电工程规划技术及管理管理工作。

续表

时段		1956— 1970	1971— 1980	1981— 1990	1991— 2000	1956— 1990	1956— 2000
水文站	雨落坪	4.77	4.36	4.39	4.55	4.55	4.55
	杨家坪	9.85	7.00	6.63	4.50	8.12	7.31
	张家山	17.47	11.45	13.74	11.21	14.69	13.91
北洛河	状头	8.03	5.67	7.33	5.33	7.15	6.75

渭河干流林家村水文站 20 世纪 90 年代年平均实测径流量只有 6.06 亿 m^3 , 较 90 年代以前平均值 21.79 亿 m^3 减少了 15.73 亿 m^3 , 不足 90 年代以前平均值的 1/3; 华县站 90 年代平均实测径流量 39.45 亿 m^3 (1991—2007 年平均 42.93 亿 m^3), 不足 90 年代以前平均值的 1/2。

90 年代以来入黄水量(华县 + 状头实测径流量)平均值仅为 44.78 亿 m^3 , 较 90 年代以前平均值 86.56 亿 m^3 减少了 41.78 亿 m^3 , 不足 90 年代以前平均值的 1/2。

造成渭河干流实测径流量减少的主要原因有:

(1) 降雨量偏少。渭河流域 1956—1990 年和 1991—2000 年平均降雨量分别为 591mm 和 509mm, 两者相比降雨量减少了 14% (其中汛期减少 18%)。降雨量的变化导致渭河入黄水量减少 20.37 亿 m^3 , 占 90 年代实际入黄水量减少量 41.78 亿 m^3 的 49%。

(2) 国民经济耗水量明显增加。渭河流域 90 年代国民经济各部门用水量中, 工业和生活用水量增幅最大, 地下水用水量快速增长。据统计分析, 流域国民经济平均耗水量 42.63 亿 m^3 (其中地表水 20.50 亿 m^3 , 地下水 22.13 亿 m^3), 与 90 年代以前平均耗水量 27.93 亿 m^3 (其中地表水 23.83 亿 m^3 , 地下水 4.10 亿 m^3) 相比, 增加了 52.6%。耗水量的增长主要表现在地下水耗水量大幅增加, 地下水的过度开采影响到了地表径流, 也成为地表径流减少的主要原因之一。据分析, 国民经济耗水量增加导致渭河流域入黄水量减少 8.64 亿 m^3 , 占 90 年代实际入黄水量减少量的 21%。

(3) 水土保持用水量增加。渭河流域 90 年代以前水土保持平均每年利用径流量 1.16 亿 m^3 , 90 年代达到了 3.0 亿 m^3 , 与 90 年代以前平均值相比增加了 1.84 亿 m^3 , 占 90 年代实际入黄水量减少量的 4%。

此外, 排水蒸发及河湖库蒸发和潜水蒸发损失等造成的非用水消耗量的增加、气温升高导致蒸发能力的增加、集雨工程蓄水等因素, 对于实测径流量的减少也有一定的影响。

1.2 水沙关系渐趋不协调

近 20 多年来,随着水土保持力度的不断加大,渭河来沙量呈减少趋势。据统计,渭河华县站 1991—2000 年实测输沙量 2.46 亿 t,与 1919—1984 年平均输沙量相比,减少了 1.65 亿 t,减少幅度为 40%。而 1991—2000 年华县站多年平均实测水量为 39.4 亿 m^3 ,与 1919—1984 年平均来水量相比,减少了 51%。1919—1984 年年平均、汛期平均来沙系数分别为 0.201 和 0.159,1991—2000 年平均分别为 0.564 和 0.494,二者相比明显增大。这说明渭河干流水量减少的幅度大于沙量的减少幅度,含沙量和来沙系数增大,致使渭河下游水沙关系更趋不利。今后随着流域内经济社会的快速发展,用水量不断增加,减沙量则相对较少,流域水少、沙多,流量小而含沙量高的水沙关系不协调的矛盾将更加突出。

2 渭河水资源利用及保护面临的突出问题

渭河流域特别是陕西关中地区开发利用水资源的历史悠久。新中国成立后,进行了大规模的水资源开发利用工程建设,2005 年农田有效灌溉面积达到 1636 万亩(1 亩=667 平方米),其中陕西省占 80% 以上,使关中地区成为我国西北地区重要的农业生产基地;在发展农业灌溉的同时各类水利工程还承担着渭河两岸城乡生活和工业基地的供水任务。渭河水资源的开发利用,极大地促进了流域经济社会的持续发展。目前渭河水资源利用及保护面临的突出问题是水资源供需矛盾日趋尖锐,水生态环境恶化,水资源管理滞后,这些问题已严重制约了流域经济社会的发展,并对河流健康造成严重的危害。

2.1 水资源总量不足,流域呈资源性缺水

渭河流域人均占有河川径流量 308 m^3 ,耕地亩均占有河川径流量 174 m^3 ,分别为全国人均占有水量的 13%,亩均占有水量的 9%,相当于黄河流域人均占有水量和亩均占有水量的一半。水资源总量不足,承载能力有限,属资源性缺水地区。

2005 年,渭河流域各类供水工程总供水量为 63.1 亿 m^3 ,其中,地表水供水量 31.46 亿 m^3 ,地下水供水量 30.82 亿 m^3 ,污水再生利用和雨水利用 0.82 亿 m^3 ;2005 年渭河流域国民经济总用水量为 63.1 亿 m^3 ,其中农业灌溉用水占 57.91%,工业用水占 22.23%,城乡生活用水占 15.43%。

按照渭河流域目前的工农业发展规模及用水水平,2005 年水平国民经济总需水量 83.6 亿 m^3 ,供水量为 63.1 亿 m^3 ,缺水量 20.5 亿 m^3 ,缺水率达到 25%。水资源短缺已成为未来流域经济社会发展和河流健康恢复的主要制约因素。

2.2 国民经济用水挤占生态环境用水,河流健康受到威胁

随着渭河流域经济社会快速发展,用水量持续增加,1990—2000 年,国民经

济各行业用水增加了 17.1 亿 m^3 , 年均增长率 3.2%, 远高于黄淮海流域的 0.3% 和全国平均 1.1%。国民经济用水的大量增加, 已严重挤占生态环境用水, 河道水量减少, 甚至局部河段断流, 造成渭河下游河道淤积加重、地下水超采、水环境污染加剧, 河流生态环境日益恶化。目前, 关中地区地下水年超采量达到 5.0 亿 m^3 左右, 地下水位呈下降趋势, 地下水漏斗范围逐年扩大, 导致很多环境地质问题, 如西安、咸阳、宝鸡等市沉降较严重的地下水漏斗面积达 400 多 km^2 , 最大沉降 2.3m。

2.3 水污染日趋加剧, 治理措施严重滞后

渭河是陕西省关中地区唯一的废污水承纳和排泄通道, 陕西省 80% 以上的工业废水和生活污水通过渭河排泄。随着渭河流域经济的发展和城镇人口的增加, 工业废水和城市污水排放量逐年增大。2000 年渭河流域废污水排放量为 11.1 亿 t, 其中渭河干流废污水排放量 9.1 亿 t, COD_{Cr} 入河量 19.3 万 t, 主要集中在天水、宝鸡、咸阳、西安等沿岸城市, 流域废污水排放量与 1982 年相比增加了一倍。

由于流域内水污染治理工程设施建设严重滞后, 绝大部分排污口超标排放, 大量未经任何处理或未有效处理的工业废水和城市污水直接排入河道, 渭河干流咸阳以下河段水质常年处于超 V 类状态, 丧失了基本的水体功能。

渭河严重的水污染状况, 导致流域内城市生活水源地和农业用水受到污染, 工业用水水质得不到保证, 恶化了人类生存环境, 加剧了水资源供需矛盾。渭河日趋严重的水污染, 对黄河潼关以下河段的水环境也产生了较大影响, 威胁到黄河下游水资源利用和沿黄城市供水安全。

2.4 用水无序, 缺乏统一的水资源管理体系

渭河流域内水资源开发利用缺乏统筹安排, 没有形成协调统一的水资源管理体制。地区、部门之间争水、无序引水现象严重, 水资源得不到合理开发和有效保护, 现行的水价体系也无法起到利用经济杠杆调节用水的作用。

渭河流域存在污染源超标排放、入河排污监管失控等现象, 水环境监管和水资源保护工作薄弱, 尚未建立系统有效的协调管理机制; 河流现有水质监控体系基础薄弱, 实时监控能力低下, 快速反应能力和信息化水平不高, 不能满足河流水资源保护的要求。

3 水资源供需形势

3.1 水资源需求

渭河流域包括陕西、甘肃、宁夏三省(区)的 11 个市(地), 共涉及 84 个县(市、区), 2005 年总人口 3330 多万人, 城市化率 35.3%; 其中陕西省人口约占

70%,城市化率达45.4%。渭河流域历史上是我国经济较为发达的地区之一,目前工业主要集中在西安、宝鸡、咸阳、天水、铜川等城市,拥有机械、航空、电子、电力、煤炭、化工、建材和有色金属等工业,是我国西北地区门类比较齐全的工业基地。2005年国内生产总值(GDP)达3146亿元,人均GDP为9442元;其中陕西省人均GDP达到11967元,在三省(区)中经济社会发展水平较高。

渭河流域地处我国西部地区的前沿地带,在国家实施的西部大开发战略中具有重要地位,未来流域经济社会发展将呈快速发展态势。预计2020年、2030年渭河流域总人口分别达到3725万人和3859万人,城市化率分别达到50.9%和58.9%;GDP分别达到10055万元和17795万元。经济社会发展预测见表2。经济社会的快速发展和生态环境的改善,对水资源的需求将不断增长。依据黄河水资源综合规划成果,对渭河流域的需水初步预测如下:

表2 渭河流域国民经济发展预测指标表

水平年	总人口 (万人)	城镇人口 (万人)	农村人口 (万人)	国内生产 总值 (亿元)	耕地 面积 (万亩)	农田有效 灌溉面积 (万亩)	牲畜头数(万头)		
							大牲畜	小牲畜	合计
2005年	3332	1176	2156	3146	4768	1636	433	1428	1861
2020年	3725	1897	1828	10055	7212	1749	494	1465	1959
2030年	3859	2274	1585	17795	7121	1788	549	1637	2186

3.1.1 生活需水

生活需水包括城镇居民生活需水和农村居民生活需水两部分。现状水平年(2005年)渭河流域城镇生活需水量为3.9亿 m^3 ,农村生活需水量为2.7亿 m^3 ;预测2020年、2030年水平渭河流域城镇居民和农村需水分别为4.2亿 m^3 和4.1亿 m^3 。综合以上各项,2020年及2030年水平渭河流域生活需水量分别为12.4亿 m^3 和14.7亿 m^3 。

3.1.2 生产需水

生产需水包括城镇生产需水和农村生产需水两部分。城镇生产包括工业、建筑业和第三产业,农村生产包括农田灌溉、林牧(林果、草场)灌溉、鱼塘和牲畜。

(1)工业需水量预测 2005年渭河流域工业增加值为1230亿元,用水量为13.96亿 m^3 ,万元GDP用水量为113 m^3 。随着节水技术的推广和深入,工业产业结构调整力度将逐步加大,工业用水定额具有较大的下降空间。预测2020年及2030年渭河流域工业增加值为4138亿元和7389亿元,万元增加值取水量分别约为52 m^3 、29 m^3 ,工业需水量分别为20.0亿 m^3 、21.5亿 m^3 。

(2) 建筑业和第三产业需水量预测。现状年渭河流域建筑业和第三产业需水量为 1.43 亿 m^3 , 综合需水定额为 $9.22 \text{ m}^3/\text{万元}$ 。随着节水技术的提高, 城镇管网漏失率减少, 预计到 2020 年和 2030 年建筑业和第三产业需水定额分别下降为 $7.2 \text{ m}^3/\text{万元}$ 和 $5.3 \text{ m}^3/\text{万元}$, 需水量分别为 3.8 亿 m^3 和 5.1 亿 m^3 。

(3) 农田灌溉需水量预测。2005 年渭河流域农田有效灌溉面积 1636 万亩, 需水量为 57.2 亿 m^3 。随着节水措施的加强、种植结构的调整和抗旱节水农作物种植面积的推广, 灌溉定额将逐步降低, 预测 2020 年和 2030 年渭河流域农田灌溉面积分别为 1749 万亩和 1788 万亩, 多年平均需水量分别为 45.6 亿 m^3 和 45.0 亿 m^3 。

(4) 林牧渔畜需水量预测。据统计, 现状年渭河流域林牧渔畜需水量为 3.64 亿 m^3 , 预计到 2020 年和 2030 年需水量分别为 5.48 亿 m^3 和 5.9 亿 m^3 。

3.1.3 生态环境需水预测

生态环境需水包括河道外和河道内两部分。

(1) 河道外生态环境需水。包括城镇生态环境和农村生态环境两部分需水。城镇生态环境需水量包括城镇绿化、河湖补水和环境卫生三个方面, 渭河流域现状年城镇生态环境需水量为 0.69 亿 m^3 , 预测 2020 年和 2030 年分别为 0.88 亿 m^3 和 1.17 亿 m^3 。农村生态需水包括湖泊沼泽湿地补水、林草植被建设需水、地下水人工回补需水三个方面, 流域现状年农村生态环境需水量 0.69 亿 m^3 , 预测 2020 年和 2030 年分别为 0.03 亿 m^3 和 0.04 亿 m^3 。

(2) 河道内生态环境低限需水。河道内生态环境低限用水主要包括输沙用水和非汛期河道内最小生态用水量。

渭河下游是典型的冲积性河道, 河道冲淤不但受来水来沙条件的影响, 又受三门峡水库运用的影响。据实测大断面资料统计, 1960 ~ 2003 年, 渭河下游共淤积泥沙 13.04 亿 m^3 , 其中 1960 ~ 1973 年淤积 10.07 亿 m^3 , 占总淤积量的 77%; 1974 ~ 1990 年淤积 0.37 亿 m^3 , 占总淤积量的 3%; 1991 ~ 2003 年淤积 2.60 亿 m^3 , 占总淤积量的 20%。考虑水土保持的减沙作用, 渭河下游河道淤积不进一步恶化, 并维持 $2500 \sim 3000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的中水河槽, 初步分析 2020 年和 2030 年水平输沙需水量(6 ~ 10 月) 分别为 45.4 亿 m^3 和 42.4 亿 m^3 。

考虑渭河干流维持河道基本形态、维持一定的稀释自净能力、城市段河道内生态景观用水、回补地下水等要求, 初步分析非汛期(11 ~ 5 月) 河道内低限生态环境需水量, 林家村、咸阳和华县三个断面最小下泄流量分别为 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $15 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $20 \text{ m}^3/\text{s}$, 最小下泄水量分别为 1.75 亿 m^3 、 3.94 亿 m^3 和 6.13 亿 m^3 。

综合以上输沙需水和非汛期低限生态需水, 2020 年、2030 年渭河下游(华县断面) 的生态环境需水量分别为 51.5 亿 m^3 和 48.5 亿 m^3 。计入北洛河状头

站的最小下泄水量 5.4 亿 m^3 , 2020 年、2030 年入黄水量要求分别为 56.9 亿 m^3 和 53.9 亿 m^3 。

3.1.3 总需水量预测

综合以上分析,渭河流域多年平均总需水量,现状年为 147.1 亿 m^3 , 2020 年和 2030 年水平分别为 145.9 亿 m^3 和 147.3 亿 m^3 ; 其中河道外总需水量现状年为 83.6 亿 m^3 , 2020 年和 2030 年分别为 88.2 亿 m^3 和 93.4 亿 m^3 , 见表 3。

表 3 渭河流域不同水平年需水量

单位: 亿 m^3

省 (区)	水平 年	生活用水			生产需水					生态需水			合计
		城镇 居民	农村 居民	小计	工业	建筑业 和第三 产业	农田 灌溉	林牧 渔畜	小计	城镇 生态	农村 生态	小计	
甘肃	2005	0.43	0.73	1.16	0.99	0.04	9.03	0.31	10.38	0.02	0.00	0.02	11.57
	2020	1.53	1.50	3.03	3.50	0.71	8.06	1.05	13.32	0.14	0.00	0.14	16.49
	2030	2.07	1.55	3.62	3.76	1.00	7.77	1.26	13.79	0.21	0.00	0.21	17.63
宁夏	2005	0.02	0.12	0.15	0.08	0.00	1.21	0.10	1.39	0.00	0.00	0.00	1.54
	2020	0.09	0.18	0.28	0.09	0.04	1.31	0.15	1.59	0.01	0.00	0.01	1.87
	2030	0.15	0.22	0.37	0.09	0.06	1.34	0.17	1.66	0.01	0.00	0.01	2.04
陕西	2005	3.49	1.86	5.35	12.89	1.39	46.93	3.29	64.50	0.66	0.01	0.67	70.52
	2020	6.59	2.48	9.07	16.37	3.09	36.23	4.28	59.96	0.73	0.03	0.76	69.79
	2030	8.41	2.35	10.76	17.61	4.02	35.87	4.47	61.97	0.94	0.04	0.99	73.72
全 流 域	2005	3.94	2.72	6.66	13.96	1.43	57.18	3.70	76.27	0.69	0.01	0.70	83.62
	2020	8.21	4.16	12.37	19.95	3.83	45.60	5.47	74.86	0.88	0.03	0.91	88.15
	2030	10.63	4.12	14.75	21.47	5.08	44.98	5.90	77.42	1.17	0.04	1.21	93.39

3.2 水资源供需形势分析

根据渭河流域水资源情况和需水预测,进行水资源供需平衡分析计算,2005 年水平河道外生活、生产、生态总需水量 83.6 亿 m^3 , 供水量为 63.1 亿 m^3 , 缺水 20.5 亿 m^3 , 缺水率达到 25%; 2020 年、2030 年水平流域河道外总需水量分别为 88.2 亿 m^3 和 93.4 亿 m^3 , 各部门供水总量分别为 72.1 亿 m^3 和 71.0 亿 m^3 , 2030 年缺水率达到 22.3%, 缺水形势更为严重。

由此可见,无论是现状还是 2020 年、2030 年水平,渭河流域均为资源性缺水,水资源量远远不能满足国民经济发展的需求。考虑引红济石、引乾济石和引汉入渭等调水工程,其中引红济石 0.94 亿 m^3 、引乾济石 0.49 亿 m^3 在 2010 年

生效,引汉入渭 15.5 亿 m^3 在 2020 年水平生效,共调入水量 16.93 亿 m^3 ,2020 年和 2030 年水平渭河流域缺水量分别减少到 5.5 亿 m^3 和 6.3 亿 m^3 ,缺水量较调水前显著减少,缺水率降低至 6.3% 和 6.7%。不同水平年水资源供需平衡情况见表 4。

4 解决渭河流域水资源短缺的对策措施

根据以上水资源供需形势,提出渭河流域水资源利用和保护的基本思路是:节水优先,治污为本,合理配置,适度开源,耗水总量控制,加强管理。要把建设节水防污型社会放到更加突出的位置,大力发展节水农业,强化城镇和工业节水,立足本流域水资源的高效利用。围绕节水治污进行经济结构的调整和节水技术改造,严格限制高耗水重污染项目,加大污染源治理力度,逐步实现污水资源化。合理配置水资源,控制地表水的开发利用;限制地下水超采,实现地下水的区域采补平衡。充分利用雨水资源,提高旱作农业生产水平;兴建和完善水源配置工程,合理安排生活、生产和生态环境用水。按照“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”的原则,加快从外流域向渭河流域调水的前期工作,尽早开工建设。严格控制入河排污总量,加强流域水资源的宏观调控,完善地表水和地下水水量、水质监测网络,对市界、省界断面水量、水质进行监测和监督。林家村以上地区,重点是提高水资源的利用效率,大力进行中小灌区的节水改造,兴建集雨节灌工程直接利用雨水,建设城乡供水水源工程保证生活生产用水。

表 4 渭河流域水资源平衡表

水平年	河道外需水量 (亿 m^3)	供水量(亿 m^3)				缺水量 (亿 m^3)	缺水率 (%)	下泄水量 (亿 m^3)
		地表水	地下水	其它	合计			
2005 年	83.6	31.5	30.8	0.8	63.1	20.5	24.5	64.6
2020 年	88.2	41.8	26.5	3.7	72.0	16.2	18.4	63.3
2020 年有引汉	88.2	52.4	26.5	3.7	82.6	5.6	6.3	70.1
2030 年	93.4	38.7	26.4	6.0	71.1	22.3	23.9	63.2
2030 年有 西线有引汉	93.4	54.7	26.4	6.0	87.1	6.3	6.7	67.4

4.1 节水

渭河流域节水措施主要为灌区节水改造、工业城市节水、推行旱作节水农业以及实施水价政策体系等。

4.1.1 灌区节水改造

灌区节水改造采取工程措施和非工程措施相结合的措施。灌区配套改造主