

关中地区水资源可持续开发利用对策

周维博

(长安大学环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054)

摘要:分析了关中地区水资源开发利用现状,指出关中地区水资源开发利用中存在用水效率低,地下水超采严重,水污染加剧,供水工程老化失修,供水设施不足等问题,从保证国民经济和社会可持续发展以及水资源可持续利用角度,提出了大力推广节水技术,提高水资源的有效利用率;实行水库(群)联网调度;限量开采地下水,注重地下水源的涵养与保护;加强水污染防治,实行污水资源化;实施省内“南水北调工程”等对策建议。

关键词:水资源;可持续利用;关中地区

中图分类号:TV213.9

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2004)04-0001-04

关中地区位于陕西省中部,西起宝鸡,东止潼关,南依秦岭,北界北山,包括西安、咸阳、宝鸡、渭南、铜川5个地市,总面积5.5万 km^2 ,土地面积占全省的25%,习惯称“八百里秦川”,是陕西省政治、经济、文化的中心和战略基地,是联络西北、西南、华北、中南的咽喉要地,也是我国西部地区的经济中心之一。在西部大开发中关中地区被列为国家重点经济建设区,区内有西安、宝鸡、杨凌3个国家级高新技术开发区,形成西起宝鸡、东至渭南的高新技术经济开发带。关中地区交通发达,工业基础雄厚,是西北最大的工业中心。农业生产自然条件较好,水热资源丰富,是黄土高原农业气候条件最好的区域。关中地区大部分属黄河流域,面积占全区总面积的90.5%。黄河为陕西省与山西省的界河,自龙门流入本区。渭河是黄河最大的支流,横贯关中中部,在关中流程为502 km。据1997年资料统计,全区总人口为2085万,占全省总人口的59.9%,人居密度之大,超过京津地区^[1];耕地面积为173.3万 hm^2 ,占全省的52%;粮食产量占全省的62.6%;工业总产值为1194.7亿元,占全省的85.8%;GDP为1188.03亿元,占全省的87.1%。

1 水资源开发利用现状

1.1 水资源基本特点

关中地区水资源的特点为:①降雨时空不均,全年降雨量的60%~70%集中在6~9月;②区域分布不均,渭河以南自产地表水资源占全区的70%,但

可耕地与人口分别仅为全区的25%与41%;渭河以北自产地表水资源仅占全区的30%。而耕地与人口却占全区的75%和59%;③河流含沙量大,河道、水库淤积严重。

关中地区多年平均年降水总量为371.58亿 m^3 ,多年平均降水量670.9 mm,水资源总量为82.03亿 m^3 ,占全省水资源总量的18.4%。其中地表水资源量为73.70亿 m^3 ,地下水资源量为53.41亿 m^3 (平原区为38.24亿 m^3 ,山丘区为20.12亿 m^3 ,两者重复量4.95亿 m^3),地表水与地下水重复计算量为45.08亿 m^3 。地下水可开采量38.68亿 m^3 ,占全省可开采量的72.0%,其中大面积可开采量31.73亿 m^3 ,傍河水4.03亿 m^3 ,岩溶水2.92亿 m^3 ^[2]。产水模数、人均水资源量和单位面积水量与全国及陕西省相比均较小,关中地区产水模数为14.8万 $\text{m}^3/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,为全国平均值的46%,陕西省的62%;人均水资源量400 m^3 ,为全国平均量的17%,陕西省的32%;耕地平均水资源量4665 m^3/hm^2 ,为全国平均值的15%,陕西省的34%^[1]。按国际公认的人均水量1700 m^3 以下为用水紧张的警戒线,属资源性的缺水地区,同时又兼备工程型缺水和污染型缺水的特点。

关中城市多位于河流阶地,易受洪涝威胁。宝鸡、兴平、咸阳、西安、渭南、华阴位于渭河阶地。宝鸡位于渭河上游和中游的交接处,从宝鸡起渭河由山区峡谷型河流转为平原河流,河道变宽,坡度变缓,河水流速降低,加之千河、金陵河、清姜河等支流注入,易遭受洪水袭击。1949年以来洪水曾三度侵袭

宝鸡市区,以 1954 年最严重.西安和咸阳除受渭河及其支流洪水的威胁外,由于地形平缓加之局部洼地的影响,排水不畅,常因暴雨产生城市雨洪,尤以西安市最为严重,几乎年年都有.渭南、华阴处于二华夹槽,地势低洼,受渭河及南山支流的影响,是洪灾多发区.2003 年 8~9 月上旬,流经关中地区的渭河出现 1981 年以来最大洪水,渭河发生 6 次洪水过程,使渭南境内多条支流发生倒灌,造成堤防多处决口,10 多万群众家园被淹没,直接经济损失近 28 亿元^[3,4].

1.2 供水情况

1997 年,关中地区供水总量为 51.26 亿 m^3 ,约占全省供水总量的 62%.在地表水供水量中,由蓄水工程供水 5.9 亿 m^3 ,仅占地表水总供水量的 28.5%;由引水工程供水 9.54 亿 m^3 ,占 46%;由提水工程供水 5.13 亿 m^3 ,占 24.8%;其他措施地表水供水量 0.15 亿 m^3 ,占 0.72%^[5].显而易见,全区由蓄水措施供水所占比重较小,70% 以上水量是由无调蓄能力的引提措施供给,其供水可靠性较低.在总供水量中,地表水供水量由 1980 年的 54.8% 下降到 1997 年的 40%,而地下水供水量由 1980 年的 45.2% 上升到 1997 年的 60%,地下水供水占主导地位.这是由于改革开放以来,关中的城镇和工业发展较快,大多就近开采地下水作为供水水源.

1.3 用水结构

1997 年关中地区用水总量比 1980 年净增 1.56 亿 m^3 ,17 年共增长 9.2%,年递增率 0.54%.1980~1997 年间,用水结构发生了较大变化^[5].1980 年农村总用水量(含农灌用水、林木渔业和副业用水、农村生活用水及其他用水)为 42.09 亿 m^3 ,占全区当年总用水量的 84.3%,而 1997 年农村总用水量为 33.66 亿 m^3 ,仅占当年总用水量的 65.4%,其中灌溉用水量由 1980 年的 39.74 亿 m^3 减少到 1997 年的 27.91 亿 m^3 ,减少用水量 11.83 亿 m^3 ,这与关中地区重视和发展节水灌溉有一定的关系.1997 年关中地区工业和城镇总用水量为 13.21 亿 m^3 (不含商品菜田),较 1980 年的 7.82 亿 m^3 净增 5.39 亿 m^3 ,年递增率 4%,其中以工业用水增长最快,由 1980 年的 5.64 亿 m^3 增长到 1997 年的 10.47 亿 m^3 ,净增了 4.83 亿 m^3 ,17 年平均递增率达 5%.用水结构变化表现在农村用水比重逐年下降,平均每年下降 1.11%,特别是农田灌溉用水由 1980 年占总用水量的 79.64% 下降到 1997 年的 54.20%,低于全省 62.8% 和全国 70% 的水平.农业用水比例的不断下

降,标志着现代化进程的加快.工业和城镇用水比重由 1980 年的 15.67% 上升到 1997 年的 25.67%,并且随西部大开发关中地区“一线两带”建设及工业化和城市化的不断发展,工业和城镇用水比重还将继续攀升.

2 水资源开发利用中存在的问题

2.1 用水效率低,节水有一定的潜力

根据 1997 年资料,关中地区农田灌溉用水定额为 4275 m^3/hm^2 ,与陕西全省平均 4950 m^3/hm^2 、西北地区综合平均 10215 m^3/hm^2 、全国平均 7380 m^3/hm^2 、黄河流域平均 7290 m^3/hm^2 相比较,用水效率相对较高.单方水粮食生产效率为 1.0~1.5 kg,与山东、河南、山西相比要低 30% 左右.渠系水利用系数为 0.6,灌溉水利用系数为 0.4~0.5,而美国为 0.78,日本为 0.61.目前大部分灌区仍采用传统的地面灌溉方式,若大力推广节水灌溉技术,农业用水仍有一定的节水潜力可挖.工业用水重复利用率为 40% 左右,虽在陕西省和西北地区为最高,但低于全国工业用水重复利用率 50% 的水平,而国内的北京、天津等城市,国外的日本、美国、原苏联早在 20 世纪 80 年代就已达到了 75% 的工业用水重复利用率.关中地区平均单位产值用水量为 104 m^3 /万元,在陕西省和西北地区(西北地区为 147 m^3 /万元)最低,但与北京、上海和发达地区相比,还有一定的差距,与国际先进的用水定额(10 m^3 /万元)差距更大.可见该区工业具有一定的节水潜力.

2.2 地下水超采严重,环境地质问题突出

关中地区工业、城镇密集,农田灌溉发达,地下水开采量已高达 30.5 亿 m^3 ,除去深层等开采量约 6 亿 m^3 ,开采程度高达 78%,地下水超采面积已达 2590 km^2 ,其中严重超采区面积达 656 km^2 ^①.西安、咸阳等城市由于过量开采地下水,已形成多处较大范围的地下水降落漏斗,漏斗范围逐年扩展,中心水位逐年下降,因而诱发了诸多环境地质问题,如地面下沉、地裂缝等.西安市城区地面下沉面积超过 160 km^2 ,已出现 13 条地裂缝,缝长 55.2 km,使 2000 余座建筑物受到不同程度破坏和损坏,大雁塔已向西北方向倾斜约 1.0 m.农灌区的地下水位下降,造成大量机井报废吊泵,导致打深井废浅井,频繁更换机泵,经济损失严重.

2.3 水污染加剧,造成水土环境严重恶化

近年来,关中地区年污水排放总量达到 6.2 亿 m^3 ,其中工业污水 3.05 亿 m^3 ,经过处理的污水仅

①陕西省水利厅.水资源开发利用规划,2002.

0.83 亿 m^3 , 污水处理率为 13%。80% 以上的污水未经处理直接排放江河湖库等水域, 许多流经城镇的河流几乎成了污水排放渠。地表水污染已由河流点线扩大到渠、库。一些灌区引水灌溉之后, 造成土壤和地下水的二次污染。除点源污染以外, 农药化肥的使用, 造成了大量的面源污染, 使土壤和地下水污染日趋严重。西安市的潜水中硝酸盐氮的超标面积已达 470 km^2 ^①。

流经关中的渭河是该区的生命河、母亲河, 沿河两岸土地肥沃, 工业发达, 人口密集, 目前渭河及其支流污染已相当严重, 沿河有 85 个排污口串珠式分布在渭河两岸, 使渭河年接纳废污水达 6.2 亿 m^3 , 占到全省废污水排放总量的 79%^②。据统计, 渭河两岸农田年化肥用量平均达 1920 kg/hm^2 , 使渭河水质急剧下降。根据 1997 年的水质评价, 干流 13 个水质监测断面的水质除林家村断面外均超过 V 类, 主要的污染物为 COD、 BOD_5 、挥发酚、石油类和氨氮。12 km 的评价河长上, 污染段的比例占 87%, 其中超 V 类的严重污染河段占 35%。主要支流的水质也超过 V 类水质标准, 有机污染严重。根据 2000 年资料, 渭河干流达到或超过 V 类标准的断面竟占 60%。污染最严重的渭河陕西段全部为超 V 类, 完全丧失最基本的水域功能。渭河作为黄河的最大支流, 其污染问题已严重地影响到黄河干流的水质。

2.4 供水工程老化失修严重, 不能充分发挥工程供水效益

关中地区水利开发较早, 一些大型灌区大都是一些老灌区, 有着悠久的灌溉历史, 著名的泾惠渠、洛惠渠、渭惠渠三大灌区工程建于 20 世纪 30 年代, 50 年代末 60 年代初和 70 年代兴建了大批水利工程, 经历几十年的运行, 这些工程目前普遍存在老化失修、破坏严重、设施陈旧、带病运行、效率低下等问题, 严重影响了工程供水效益的发挥, 加之灌溉水源不足, 致使灌溉效益持续衰减。关中除九大灌区外, 其余中小型水利工程包括蓄、引、提等设施也不同程度存在着不同类型的问题, 从更新、改造配套着手, 这些工程还有一定的潜力。

2.5 供水设施不足, 蓄水工程少, 缺水矛盾突出, 制约经济发展

根据 1997 年 75% 代表年供需平衡分析, 关中地区总缺水 12.81 亿 m^3 , 缺水程度为 17.6%, 占全省总缺水量的 61.7%, 是陕西省最缺水的区域。缺水的主要原因一是供水能力增加缓慢, 供水量增长率

远跟不上需水增长的速度; 二是缺乏骨干调蓄工程, 泾、洛、渭等较大河流上, 迄今没有一座控制性蓄水工程, 大量的水源白白流走, 使较多的水资源得不到充分利用; 三是现有水利工程老化, 实际供水量下降, 与 1980 年相比, 泾惠渠年供水量由原来的 4 亿 m^3 减少为 2 亿 m^3 , 宝鸡峡由原来的 8 亿 m^3 减少为 6 亿 m^3 。近年来缺水使关中工农业受到很大损失, 影响到经济发展和社会进步, 成为经济发展的最大制约因素。

3 水资源可持续开发利用对策

3.1 大力推广节水技术, 提高水资源的有效利用率

a. 农业节水方案及措施。①在渭北台塬低定额灌溉及微灌节水区, 其节水灌溉途径为: 井灌区实行低压管道输水灌溉或喷灌; 渠灌或渠井双灌区, 以渠道防渗衬砌为主, 实行低定额灌溉; 有人饮工程的地方, 积极推广微灌节水灌溉技术, 实行人饮工程与微灌工程联合运用。此外, 在渭北台塬区还应充分蓄集雨水资源, 发展就地灌溉^[6]。②在渭河平原方田渠井双灌节水区: 搞好方田建设, 进行渠道衬砌, 提高渠系水利用系数; 推广沟畦灌溉, 提高田间水灌溉利用系数。城郊地区的温室大棚设施农业灌溉, 应大力推广微灌技术, 节约灌溉用水, 以确保工业和城市生活用水。③在秦岭北麓台塬自压喷灌节水区, 由于该区水资源丰富, 但因地形起伏, 土层薄, 沙性大, 渗漏速度快, 土地平整艰难, 成本高, 且水高地低, 发展自压喷灌节水方式的潜力大。

b. 工业节水措施。工业节水措施, 从宏观上是调整工业产业结构; 从微观上, 主要是抓好工业节水措施与技术, 提高工业节水重复利用率, 把万元产值用水(耗水)量降下来。关中地区在制订地区和工业发展规划时, 应严格控制耗水量大的重工业发展, 尽量发展一些耗水量小的工业门类, 如轻工、机械、电子等行业。因此, 关中今后的新建和改建行业, 都要积极引进并推广节水工艺和技术, 努力实现节水生产。

3.2 实行水库(群)联网调度

关中地区水利建设历史悠久, 水源工程数量较多, 由于地理、水文气象以及社会经济等多方面的原因, 使各水源工程供水时有余缺, 会出现一些水源工程严重缺水, 部分工程又大量弃水的现象, 所以很有必要实行重点水源工程联网调度的研究和建设。根据关中水利工程目前布局实际情况, 关中地区西部可由冯家山水库、石头河水库、羊毛湾水库和宝鸡峡引渭四大工程联网调度。据资料分析, 四大工程联网

①陕西省计划委员会, 陕西省水利厅. 陕西省水中长期供求计划报告, 1997。

②陕西省水资源管理办公室. 陕西省水资源开发利用规划, 2000。

后,现状条件下可年增供水 2.29 亿 m^3 ,到 2020 年可增供水 2.56 亿 m^3 .关中地区东部的东雷抽黄、洛惠渠、交口抽渭三大工程联网后,目前可增供水 1.43 亿 m^3 ,2020 年可增供水 1.50 亿 m^3 .

3.3 限量开采地下水,注重地下水源的涵养与保护

关中地区的地下水资源对本区域社会、经济、环境建设有战略意义.针对关中地区地下水严重超采状况,为保证地下水的可持续利用,在分析确定现状水平年地下水可供水量时,对于地下水严重超采区、环境地质问题恶化区(主要是大中城市及工矿区),应适当控制其可开采量;对于目前开采深层水、岩溶水,以及城镇、工业用水的傍河水源工程,在没有落实其他替代供水方案时,为了不影响工业生产和城镇生活,仍维持现有供水能力.关中地区地下水在水资源开发利用方面具有举足轻重的作用,在限量开采和合理开采的同时,必须注重地下水的涵养与保护,创造条件进行回灌补源.关中平原表层分布着巨厚的松散冲洪积物,有着良好的贮水条件,在适宜地段,利用现有渠道、坑塘、废井等工程条件,实施人工补给地下水,蓄水入地,建立天然地下水库.据资料分析,关中地区适宜建地下水库的面积约为 4 000 km^2 ,包括渭河两岸平原、宝鸡峡、冯家山、泾惠渠、洛惠渠和东雷抽黄灌区等,预计每年调蓄水量至少可以达到 4 亿 m^3 以上,相当于一座大型水库.如果管理运用得当,将对关中水资源调控起很重要的作用.

3.4 加强水污染防治

加强水污染防治应采取以下措施:

a. 加强工业污染源控制,做到工业废水全面达标排放.对污染严重的渭河流域沿岸的一些小造纸厂、小化肥厂、小农药厂,如果排放标准达不到要求,必须关停.各级水利、环保部门应加强企业环境保护管理,从严控制新、扩建项目污染物排放.

b. 加大城市污水处理设施建设力度,提高污水处理水平.关中地区目前仅有西安市有污水处理厂,且污水处理率较低.今后关中地区各大、中城市应将城市工业生活污水治理纳入政府经济社会发展规划,完善城市市政工程基础设施——污水处理系统,使之与城市建设协调发展.

c. 加强污染面源控制.在靠近河流的地区,引导农民科学施肥用药,减少化肥和农药的施用量.建设生态农业示范区及无公害农产品和绿色食品基地.

d. 实行污水资源化利用.近年来关中地区的经济发展较快,各部门的用水需求和用水量不断增加,污水排放量很大,造成了严重的水体污染,降低了水资源的可利用性,应适当加大污水的处理和回用力度.据介绍,关中地区五地市若建立一批污水处理回

用工程后,可增加污水回用水量 6.61 亿 m^3 ,能极大地缓解工业和城市用水.污水资源化也是农业灌溉开源与治理环境的一项重要措施^[7].重复利用污水和废水,是节约用水的一项重要措施,是当今世界水资源匮乏的国家开辟第二水源的重要途径,也是发达国家治理污染的一个重要方向.美国加州每年利用净化污水达 2.7 亿 m^3 ,相当于 100 万人口一年的用水量.以色列无淡水资源可供开发,只能用废污水净化后再利用的方法满足新的用水需求,1980 年废污水再利用的水量,占全国需水量的 4%,2000 年占全国总需水量的 16%.西安市利用污水灌溉在我国开展得较早,但在应用中仍存在许多问题,尚需进一步研究解决.

3.5 加快实施省内“南水北调工程”

关中地区属资源性缺水,当地水资源仅能满足近期发展需要,中远期(2010 年后)用水必须依靠省内“南水北调工程”和国家南水北调西线工程调水来解决.南水北调西线工程开工日期较远,因此必须加快实施引汉(江)或引嘉(陵江)济渭(河)等省内南水北调工程,将两江水源引入关中地区.两江联合调水每年可向关中地区供水 23~25 亿 m^3 ,可大大缓解关中地区水资源供需矛盾,保证关中地区经济社会持续发展.

参考文献:

- [1] 王浩,陈敏建,秦大庸,等.西北地区水资源合理配置和承载能力研究[M].郑州:黄河水利出版社,2003.
- [2] 史鉴,陈兆丰.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.
- [3] 陈雷.在《渭河流域近期重点治理规划》审查会上的讲话[EB/OL].<http://www.chinawater.net.cn>,2004-03-19.
- [4] 陈钢,王利.支流堤防“欠账多”,渭河小水酿大灾[EB/OL].<http://www.chinawater.net.cn>,2004-09-29.
- [5] 陕西省水利厅.1997 年陕西省水资源公报[R].西安:陕西省水利厅,1998.
- [6] 周维博.西北地区的农业灌溉与节水途径[J].水利水电科技进展,2001,21(1):2~4.
- [7] 周维博,李佩成.我国农田灌溉的水环境问题[J].水科学进展,2001,12(3):413~417.

(收稿日期:2003-12-12 编辑:熊水斌)

