

文章编号: 1009-6248(2003)04-0096-05

陕西水资源的分布与可持续开发利用

马致远, 徐迎东, 范基娇

(长安大学环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054)

摘 要: 分析了陕西水资源分布特点和水资源开发利用现状及存在问题, 从社会经济环境协调发展角度, 借鉴其他先进国家科学利用水源的先进经验, 提出了陕西水资源可持续开发利用的基本对策。

关键词: 水资源; 可持续发展; 节流; 开源

中图分类号: P641.8

文献标识码: A

1 水资源的分布

(1) 陕西省水资源总量为 455 亿 m^3 , 人均占有水量仅为全国平均水平的 52% 左右, 耕地每亩平均占有水量仅为全国平均水平的 58%。属我国贫水省¹。关中、陕北人均、亩均占有地表水量分别为 520 m^3 与 232 m^3 , 相当于全国水平的 19.2% (相当于世界公认人均水资源最低标准的 52%) 和 17.5%, 属于资源性严重缺水地区²。根据水利部门预测, 到 2010 年陕西省缺水量将达到 52.74 亿 m^3 , 缺水率 36.57%; 2020 年陕西水资源的紧缺状况^[1]将严重

制约陕西未来的发展。

(2) 水资源时空分配不均。陕南国土面积仅占全省 1/3, 而水资源占有量占区内 70% 以上; 陕北关中国土面积占全省 2/3, 而水资源占有量仅占区内 30% 以下^[1] (表 1)。关中、陕北境内多年平均径流量为 107 亿 m^3 , 仅占全省径流量的 25.5%, 加之水资源的 65% 集中于汛期^[2], 使得水资源短缺问题更加突出。

(3) 地下水资源的开发有较大潜力。2000 年地表水利用量占地表水资源量的 70%。从维护生态用水的角度出发, 已无进一步开发的可能; 而地下水开采量仅占地下水可采资源量的 36.7%, 有较大开发潜力, 是未来陕西水资源可持续开发的主要水源。

表 1 陕西省三大分区-国土资源与水资源特征

Tab. 1 Distribution of water resources in Shaanxi

地理分区	水资源分区	占全省面积	占全省水资源量 (455 亿 m^3)	降水量 (mm)	蒸发量 (mm)	地下水补给量 (亿 m^3)
陕北	半干旱	2/3	< 30%	400~550	1 000~1 200	37.78
关中	半湿润			600~700	960~1 200	6.57
陕南	湿润	1/3	> 70%	> 800	800~900	2.12

收稿日期: 2003-03-25; 修回日期: 2003-08-24

作者简介: 马致远 (1956-), 女, 天津人, 长安大学环境科学与工程学院副教授, 从事水文与资源教学与科研, 曾发表论文数十篇。

¹ 中国水力部: 2000 年中国水资源公报. 2000.

² 陕西水力厅. 2000 年陕西水资源公报. 2000.

2 水资源开发利用中存在的问题

2.1 水资源供需矛盾尖锐

根据水利部门预计¹, 陕西 2010 年需水量 144.44 亿 m^3 , 缺水量 52.74 亿 m^3 , 缺水率 36.57%; 2020 年需水量 175.10 亿 m^3 , 缺水量 83.40 亿 m^3 , 缺水率 47.63%。如果考虑西北大开发的需要, 水资源的缺口将会更大, 尤其是农业用水。

2.2 地区间开采程度不平衡, 局部超采严重

近年来, 继西安市地下水位大幅度下降后, 陕北随开采业的高速发展, 用水量加大, 水资源衰竭初见端倪, 水位以每年 0.5~1 m 的速度下降, 最高的为每年 3 m^[4]。出现地下水位迅速下降的趋势。西安等一些大中城市由于大量开采承压水引起地面沉降和地裂缝等灾害, 已危及城市建筑物的安全。

2.3 对水源地缺乏的涵养保护意识

秦岭北坡是为西安、宝鸡、咸阳、渭南等大中城市提供地表水源和地下水源的涵养地。然而, 目前的现状是: 秦岭北麓西安段的生态环境正随着开采业和旅游业开发正不断遭受人为破坏和污染, 采石采矿破坏植被, 旅游景区挤占河道, 生活垃圾随意倾倒, 污染水源。加剧了本来有限的水资源的短缺。

2.4 水资源开发利用缺乏统一规划与调度

在水资源开发中以前实行多家管水, 如地表水及农村地下水由水利部门管理; 城市地下水由城建部门管理; 打井供水, 水费征收归公共事业局; 审批归规划局。这种多家管理的体制缺乏对地表水和地下水、上游和下游、城市用水和农业用水的统一规划, 使有限的水资源不能得到充分的开发利用^[3]。如西安市城市供水严重不足, 供需矛盾十分突出, 而市区上游辖县地下水尚有一定的开采潜力; 灞河上游大量引水, 造成灞河每年有 30~225 天断流, 使灞河水源地补给量大大减小, 引起地下水位大幅度下降; 一些城市由于大量开采承压水引起地面沉降和地裂缝等灾害, 已危及城市建筑物的安全。西安市水井出水量以每年 2% 的速度递增, 不仅引起地面沉降, 还导致了严重的地裂缝。

2.5 公民节水意识薄弱, 浪费严重

据陕西省技术监督局 1999 年第二季度的市场抽查表明, 西安市场上的水龙头合格率为 72.58%, 近三成的水嘴难把水关。水价偏低, 公民节水意识薄弱, 据报道, 1995 年夏西安最缺水的时刻, 好不容易等到自来水的人们, 没完没了的冲洗, 公用水龙头、抽水马桶忘了关或关不住、关不严随处可见, 许多建筑工地上, 大口径的水管可以一天到晚哗哗流淌, 没有节水意识。

2.6 全社会对水资源的可持续发展认识不足

随着黑河引水工程的投入使用, 不少人认为陕西的缺水问题已经缓解, 出现了盲目乐观思想。然而, 从水资源现状看, 就拿黑河引水工程的受益省会城市西安来说, 仍是一个资源性缺水城市。人均占有地表水资源量仅为 320 m^3 , 为全国人均占有量的 1/6, 世界人均占有量的 1/24, 大大低于国际公认的支持一个地方经济社会正常发展人均占有水资源量不低于 1 000 m^3 这一临界值。到 2010 年西安市总需水量为 38 亿 m^3 , 而目前水资源总量 26.66 亿 m^3 。水资源的短缺仍严重制约陕西的经济发展。

2.7 水污染严重, 立法滞后

西安市排放工业及生活污水 80 多万 t, 日处理能力 31 万 t, 因污水处理成本太高, 平时日处理仅 5~10 万 t, 约 90% 的工业及生活污水未经处理直接排入河道。其中, 皂河污染物超标达数百倍, 已成为一条排污沟。渭河耿镇桥以下的水已为劣五类, 失去利用价值。尤其是沔河上游大搞旅游开发, 生活污水全部排入河道直接影响城市供水水质, 后果堪忧。

现行有关法律对政府有关部门的职责界定不明, 如水污染的防治责任在环保局, 而水资源的保护责任在水物局, 双方事权如何划分, 如何协调法律规定并不明确。至于河道采沙管理, 地下水开发经营管理等至今缺乏法规进行规范。

3 水资源可持续发展战略

对于陕西水资源的优化配置, 各路专家达成的共识是: 开源, 节流和保护。

就开源而言, 陕西仍有如下潜力:

¹ 中国水力部. 2000 年中国水资源公报. 2000.

3.1 修建秦岭北麓地下水库

地下水库有许多优点,易于对水资源的储存、管理和调节;不占土地、投资少、蒸发量小、安全可靠;不易垮坝和出现毁灭性的灾害。美国地下水库的建设投资仅是地上水库投资的 1/10,日本为地上水库的 2/5~1/2,且地下水库的运行管理费用要低得多。

日本适合修建地下水库的地下蓄水区域存水 ($4000\sim6000$) $\times 10^8 \text{ m}^3$,其保守估值也可达到 ($400\sim600$) $\times 10^8 \text{ m}^3$,相当于地上水库总库容的 50 倍。

秦岭北坡水系发育,山前具有大厚度的第四纪冲洪积物。冲洪积扇的前缘受岩相的影响,往往形成潜伏式地下天然截流坝,贮存地下水空间较大。源于秦岭的河流,水量较大,水源清洁,而且由山区进入平原后,产生大量垂直渗漏,补给源充沛,从而形成了规模宏大的天然“地下水库”,富水性强,易蓄易采,蕴藏着较大的开发利用潜力。根据水文地质条件,在山前涝峪、太平峪、田峪、泔河、汤峪河、涧峪、罗夫河等冲洪积扇地区都具有建地下水库的条件,可用于支持关中城市的生活和生产用水,解决关中近、远期供水需求矛盾。

3.2 加速鄂尔多斯白垩系自流水盆地的勘探和开发

鄂尔多斯盆地周边岩溶水水质好,水量大;盆地西部白垩系自流水水量丰富,对于缓解西部大开发第一阶梯的能源基地陕北干旱半干旱地区的水资源供需矛盾有重大战略意义。其中渭北岩溶水开发潜力较大,以中奥陶统灰岩含水层水量最丰富。渭北东、西部尚有 $67.68 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的开发潜力^[1];对这部分岩溶水的开发是通过在水量丰富的碳酸岩浅埋区的岩溶水排泄带凿井,建立集中供水水源地,可支持渭北能源基地和经济开发区生产和生活用水。

3.3 建设小区域调水工程

关中、陕北地区水资源不足,可适度利用陕西的界河——黄河来做文章,即调水与水力发电相结合,利用黄河的水资源来发电。黄河流经陕西与山西的交界地段,形成了所谓晋陕大峡谷,长达 700 多千米,水力资源十分丰富,两岸为石质山系,河床狭窄,落差较大,坝址优良,能建立梯级发电站。峡谷西缘的陕北、渭北旱塬及部分山区,生活饮水困

难,或水源不足,或水质不良,调黄河之水无疑可有效缓解这一压力。

适度的开源是必要的,但开源并不能解决陕西水资源的供需矛盾。人们不能象过去那样大规模地开发陕西并不丰富的淡水资源,而必须考虑水资源本身的开发利用极限。对于节流的认识,与发达国家相比,我们已经晚了半个世纪,应该把节流作为陕西水资源可持续开发利用的基本战略,而不能开源、节流并重。节水比开源更具现实意义和长远利益。

3.4 建立节水型水文明社会

世界发达国家大都经历了由开源到节流的過程,并逐步实现了水资源的可持续利用。人口多、资源少并不是我国目前面临的真正困难。如果跟以色列比,陕西的水资源就非常丰富了。以色列的土地 60% 是干旱和半干旱地区。其中,沙漠占了 50%,水资源人均才 260 m^3 。而陕西 2000 年的人均水资源是 800 m^3 ^[1],是以色列的 3 倍多。如果按照人口密度来算,日本的人口密度是 $340/\text{km}^2$,而我国只有 $170/\text{km}^2$ 。因此,我们真正的问题在于制度建设方面。借鉴以色列的经验,建立水文明社会是非常有益的。

据建设部统计,目前每年自来水的流失量达 $10 \times 10^8 \text{ t}$ 。1988 年我国总用水量为 $4\,868 \times 10^8 \text{ m}^3$,仅次于美国居世界第二位。其中,农业用水量 $4\,082 \times 10^8 \text{ m}^3$,占全国总用水量的 84%。其有效利用率仅 50%,每年渗漏损失高达 $2\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$,如果能把有效利用率提高 20%,达到 70%,一年就可节约水量 $800 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

我国工业用水浪费更为严重。目前我国工业水重复利用率平均为 45%,而日本 1982 年就达到 73.8%,美国 1985 年达到 75%。1989 年我国万元工业产值取水量为 $270\sim550 \text{ m}^3$,而国外一些城市则为 $20\sim30 \text{ m}^3$ 。

以色列人均淡水资源仅为 360 m^3 ,不到我国人均量的 1/6。他们发明的节水灌溉技术,比我国目前通常采用的大水漫灌要节约用水 90% 以上,作物增产 30%~40%,农业产值增长了 15 倍多;德国水资源的利用效益更高,早在 20 世纪 80 年代初,其鲁

¹ 陕西水力厅. 2000 年陕西水资源公报. 2000.

尔区炼1 t 粗钢只需 5 m^3 水, 而美国需要 100 m^3 水, 原苏联需要 140 m^3 水。德国1957年就颁布了《水政法》, 1975年颁布了《洗涤和清洁剂法》, 1976年颁布了《废水税法》, 《饮用水条例》等法规。

陕西在节水宣传上还有待加强, 在节水的技术上还有待深入。节水的政策法规和管理还有待健全。陕西发展节水型农业、节水型工业和节水型城市, 任重道远, 还有很多工作要做。

3.5 调整水价政策

水价偏低, 是造成水资源严重浪费的重要原因。发展中国家每 m^3 (t) 淡水支出 (合人民币): 巴基斯坦0.5~0.8元、苏丹0.6~0.8元、博茨瓦纳2~11.5元、阿尔及利亚2.1~4.4元; 发达国家中: 加拿大8.4元、美国8.1~12.2元、英国20元、法国28.15元、德国40.50元。1999年8月, 西安市某高校水价为0.69元, 2003年为1.10元。陕西尽管近年来水费有了调整。但水价偏离其价值的现象并没有从更本上改变。不同等级的水, 应实行不同的水价, 用优质水必须出高价, 用低质水可以出低价。饮用水的价格必须高于工业用水价格, 或远远高于低级水再生水的水价, 促使那些可利用低级水再生水便能满足生产需求的用户不使用优质水。用水价政策调节工业生产, 鼓励企业污水处理, 污水再生, 使之重新资源化, 提高水的利用率。

3.6 推广农业节水技术

以色列用水的文明已经达到了滴灌的境界。滴灌用水的效率可以达到95%, 产量也是非常高。但这种滴灌的成本并不高, 以色列原装的这种设备进口, 每亩地一次性只需投资2 000元人民币, 可以用15~20年。陕西农村不合理的灌溉制度 (如大水漫灌) 不仅大量浪费宝贵的水资源, 还导致农区土壤发生严重的次生盐碱化。推广农业节水技术是当务之急。如果改变以往大水漫灌粗放式农业经营方式, 农田采用细塑料管网, 实现供水定时化、量化、喷灌化、滴灌化, 能极大提高节水效率。此外, 农业灌溉用水, 可以用质量较低的水, 农副产品加工则用质量较高的水灌溉供水, 渠道可以衬护化、管道化, 减少渗漏与蒸发。

3.7 开展雨水集流

陕西每年平均降水量为 $1\,371\text{ 亿 m}^3$ 。其中, 1/

3形成地表径流和地下水, 而2/3的水资源通过蒸发变成了大气循环水。关中和陕北面积占全省的2/3, 水资源量却不足30%。全年50%~70%径流量, 则集中于7~10月份。利用大气降水可补给地下水, 对城市而言还有弥补地下水漏斗、遏制地面沉降、清洗土层、稀释市区地下污染浓度的作用。关中陕北城市, 都应建立集水地, 经沉淀或简易处理后, 供厂矿使用, 或灌入地下, 为地下水漏斗补充水源。

渭北、陕北旱原区, 高原沟壑, 干旱少雨, 且降雨常时令不佳, 有限的降水也因地面坡度大而流失, 很多耕地实际上是跑水、跑土和跑肥的“三跑田”, 人畜饮水十分困难。对这些地区除了充分利用地表水、地下水源外, 开展雨水集流是一项实用、经济、见效快的水资源开发利用模式。据估算, 在渭北旱原区投资 7.2×10^8 元, 可建成窑窖360万眼, 蓄水 $1.08\times 10^8\text{ m}^3$, 可灌地 $20\times 10^4\text{ ha}$, 若这项工程能够实现, 对缓解渭北旱原生产和人畜饮水问题将具有重要的意义。

3.8 加强生活用水的水源保护。

在德国等欧美先进国家, 对于作为生活水源的地表水, 地下水补给区的保护已形成法律实施了至少50年。在水源地的一、二、三级保护带内, 禁止使用农药, 建立加油站及其他可能污染水源的人类活动。我国在2000年3月已颁布了《中华人民共和国水污染防治实施细则》¹。其中规定了生活饮用水的地表水源和地下水水源的一、二级保护区, 以及在保护区内所禁止从事的活动范围及违规惩罚标准。陕西有关部门应尽快落实实施《中华人民共和国水污染防治实施细则》, 把水污染扼杀在源头。

3.9 提高植被覆盖率

陕北和关中都有一个如何提高植被覆盖率的问题, 尤其是陕北地区, 水土流失严重, 风沙不断南侵东进。绿化造林退耕还林, 可明显减少河流的泥沙量。减少蒸发量, 增加地下水入渗量。一切可供开发利用的空闲地都应种树种草, 营造水土保持、水源涵养、防风固沙、农田、堤岸、道路防护和城乡环境保护林等。秦岭北坡是为西安、宝鸡、咸阳、渭南等大中城市提供水源的涵养地, 应全部划为国家级或省级自然保护区, 实行永久性的禁采禁伐。

¹ 中华人民共和国水污染防治实施细则. 2000. 3.

3. 10 制定水法。

我国现在水管理体制是按照政治经济原则建立起来的, 应该按照经济生态原则建立用水补偿机制。比如说黄河在我国流经 7、8 个省, 干旱时大家都抢水, 所以黄河 1972 年就开始断流, 变成季节河, 雨季有水, 旱季无水。到 1997 年黄河变成内陆河, 就是跨年度断流。所以水资源的短缺问题不只是人多、自然资源稀缺造成的, 其背后有法律制度问题。政府应在已有水法、水污染防治法的基础上, 制定完善水法, 并组建水警队伍, 负责水法监督, 使水法不至于成为纸上谈兵或有名无实。

参考文献:

- [1] 霍有光. 策解中国水问题 [M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000.
- [2] 中国自然资源丛书·陕西卷 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995.
- [3] 马致远. 西北水资源的可持续利用 [J]. 西北水资源与水工程, 2003, (1).
- [4] 王文科, 孔金玲, 等. 关中地区水资源分布特点与合理开发利用模式 [J]. 水科学与进展, 2002, (2).
- [5] 马致远, 刘方. 渭北东西部岩溶地下水差异性分析 [J]. 西北地质, 1997, (3).

The distribution utilization and sustainable development of water resource in Shaanxi, China

MA Zhi-yuan, XU Ying-dong, FAN Ji-jiao

(College of environmental and resource, Chang'an University xi'an 710054, China)

Abstract: The distribution and problems of water resources in shaanxi province are discussed. There are many topics concerning with the way to solve the problems. In the author's opinion, the urgent way to meet the needs of the development and prosperity of shaanxi province is water saving among the three water strategies-water resource seeking, watr saving and water conservating. How to save and conserve the water resource in shaanxi province is a main topic of the paper.

Key words: water resources; water saving; water conservating; sustainable development