

榆林市水资源及其可持续发展利用研究^{*}

陈 勇^a, 杨改河^a, 周 伟^b

(西北农林科技大学 a 农学院; b 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 在对榆林市水资源的基本特征和开发利用现状进行系统分析的基础上, 探讨了榆林市在水资源开发利用中存在的问题。提出了榆林市实现水资源可持续开发利用的途径为: 发展井灌、实施集雨工程技术、改变工业生产方式、严格控制水污染以及建立监测和预警体系等。

[关键词] 榆林市; 水资源; 可持续开发利用

[中图分类号] TV 213.9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)12-0142-05

榆林市位于陕西省最北部, 东经 $107^{\circ}28' \sim 111^{\circ}15'$, 北纬 $36^{\circ}57' \sim 39^{\circ}34'$, 地处干旱半干旱地区, 与甘宁蒙晋4省(区)接壤, 东西长385 km, 南北宽约263 km, 总土地面积为43 578 km², 占陕西省总土地面积的21.17%, 耕地面积为59.64 万hm²。榆林市北部为风沙草滩区, 占总土地面积的42%; 南部为黄土丘陵沟壑区, 占总土地面积的58%。全市辖12个县(区), 2003年底全市总人口为333万^[1]。

由于独特的地理位置以及在能源、矿产等方面的区位优势, 榆林市已成为我国西部大开发的重要区域之一, 对保障我国能源安全有重要的作用。然而, 榆林市水资源短缺已经制约了其社会、经济、生态环境的健康发展和人民生活水平的提高。因此, 研究和解决榆林市水资源可持续开发利用问题, 对于缓解全市水资源供需矛盾和保障经济社会可持续发展具有重要意义。本文对榆林市水资源的基本特征和开发利用现状及其可持续开发利用的策略进行了研究, 以为解决榆林市水资源短缺问题提供参考。

1 榆林市水资源的基本特征及其开发利用现状

1.1 降水量

榆林市属温带半干旱大陆性季风气候, 年平均气温 10.7°C , 极端高温 38.9°C , 极端低温 -24°C , 气象灾害较多。全市多年平均降水量为435.4 mm,

历年最高降水量为849.6 mm, 最低降水量为108.6 mm; 降水的地理差异较大, 以吴堡降水量最大, 由东南向西北递减, 至横山已减少到400 mm以下, 定边仅有316.4 mm。全市降雨季节分布很不均匀, 主要集中在7~9月份, 占全年降水量的63.0%。蒸发十分强烈, 蒸发量在2 000~2 500 mm, 是全年降水量的4~5倍, 相对湿度为50%, 干燥度为2.1。榆林市各县区降水情况如表1所示。

1.2 水资源基本特征

榆林市是陕西省水资源最贫乏的地市之一。全市水资源总量29.62亿m³, 其中地表水资源量为22.78亿m³, 地下水资源量为19.89亿m³, 地表水与地下水重复量13.05亿m³(表2)。全市人均水资源占有量为908.48 m³, 低于陕西省人均水平^[2](1 473 m³), 比全国人均水平(2 300 m³)更低。每公顷耕地面积水资源占有量为4 966.3 m³, 也远低于全国平均水平^[3]。另外, 榆林市水资源分布很不平衡, 位于风沙区的北六县水资源比较丰富, 土地面积占全市总土地面积的78.00%, 地表水资源量为18.56亿m³, 占全市地表水资源量的81.47%; 地下水资源量为17.65亿m³, 占全市地下水资源量的88.74%。而位于黄土丘陵沟壑区的南六县, 土地面积占全市总土地面积的22.00%, 地表水资源量为4.22亿m³, 仅占全市地表水资源量的18.53%; 地下水资源量为2.24亿m³, 仅占全市地下水资源量的11.26%(表2)。

^{*} [收稿日期] 2005-11-25

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30170539)

[作者简介] 陈 勇(1979-), 男, 四川成都人, 在读硕士, 主要从事旱区农业资源管理研究。

[通讯作者] 杨改河(1957-), 男, 陕西耀县人, 教授, 博士生导师, 主要从事资源与环境生态研究。

表 1 榆林市降水状况统计分析结果

Table 1 Statistics and analysis about rainfall situation in Yulin city

区县 D district	全年				7~ 9 月			
	降水量/mm Rainfall	正距平 概率/% Hyper- average probability	负距平 概率/% U nder- average probability	80% 保证率 降水量/mm Rainfall of 80% assurance	降水量/ mm Rainfall	占全年 比例/% Percentage in whole	相对变率/% Relatively variability	干燥度 Degree of dryness
榆阳 Yuyang	408.6	48.6	51.4	296.0	264.9	64.8	44.0	2.2
神木 Shenmu	433.8	48.3	51.7	321.4	290.0	66.9	49.0	2.0
府谷 Fugu	445.0	40.7	59.3	314.9	286.9	64.5	48.0	2.1
横山 Hengshan	397.0	45.2	54.8	269.9	255.1	64.3	46.0	2.3
靖边 Jingbian	394.7	41.4	58.6	314.4	234.2	59.3	42.0	2.3
定边 Dingbian	316.4	48.3	51.7	218.6	188.4	59.5	47.0	3.0
绥德 Suide	479.6	43.8	56.2	378.2	291.5	60.8	41.0	1.9
米脂 Mizhi	445.2	39.4	60.6	346.2	282.3	63.4	46.0	2.0
佳县 Jiaxian	421.3	45.5	54.5	316.1	264.4	62.8	43.0	2.2
吴堡 Wubu	513.3	35.3	64.7	323.2	332.5	64.8	44.0	1.8
清涧 Qingjian	490.2	48.3	51.7	384.0	298.1	60.8	43.0	1.8
子洲 Zizhou	479.1	35.5	64.5	330.6	305.5	63.8	50.0	1.8
平均 Average	435.4	43.4	56.6	317.8	274.5	63.0	45.3	2.1

注: 数据根据榆林地区农业区划委员会编《陕西省榆林地区农业区划》整理计算。
Note: The data were calculated based on agricultural division of Shaanxi province Yulin county compiled by Yulin county agricultural division committee

表 2 2004 年榆林市水资源量统计分析

Table 2 Statistics and analysis about the amount of Yulin's water resource in 2004

区县 District	土地面积 A rea		地表水 Surface water		地下水 Ground water		水资源重复 Dup licated		合计 Total	
	面积/ km ² Amount	占榆林市 比例/% Rate	水资源量/ 亿m ³ Amount	占榆林市 比例/% Rate	水资源量/ 亿m ³ Amount	占榆林市 比例/% Rate	水资源量/ 亿m ³ Amount	占榆林市 比例/% Rate	总水 资源量/ 亿m ³ Amount	占榆林市 比例/% Rate
榆林市 Yulin City	43 578	100.00	22.78	100.00	19.89	100.00	13.05	100.00	29.62	100.00
北六县 North six counties	33 992	78.00	18.56	81.47	17.65	88.74	10.97	84.06	25.24	85.21
南六县 North six counties	9 586	22.00	4.22	18.53	2.24	11.26	2.08	15.94	4.38	14.79

注: 数据根据榆林市水资源管理办公室《2004 年榆林市水资源公报》整理计算。表 3 同。
Note: The data were calculated based on Yulin city water resource communique in 2004 compiled by Yulin county water resource managing bureaux

1.3 水资源开发利用现状

新中国成立后, 榆林市水利建设取得了显著成绩, 各类水库和蓄、引、提水工程, 农用机井等相继建成, 极大地改善了榆林市工农业生产条件。至 2004 年, 全市已建成各类水库 77 座, 总库容 9.94 亿 m³, 其中中型以上水库 20 座, 总库容 8.31 亿 m³; 各类池塘 799 个, 总容积 0.21 亿 m³; 建成大小自流渠道 847 条, 大小抽水站 2 104 处。全市各类水利工程的总灌溉面积达 11.606 万 hm²。此外, 榆林市正在建设瑶镇和采兔沟两座水库、神府矿区粮副基地灌溉工程、陕甘宁盐环定扬黄定边供水工程、无定河王屹堵水库工程、李家梁水库、红石峡二期水源工程、香水供水工程、孤山川口漫滩地下水水源工程等一批水利工程。

2004 年全市水利工程供水情况和各部门用水情况分别如表 3 和表 4 所示。由表 3 可知, 2004 年榆林市总供水量为 6.02 亿 m³, 其中地表水供水量为 3.73 亿 m³, 占年供水量的 61.96%, 地下水供水量为 2.28 亿 m³, 占年供水量的 37.87%, 其他(主要是雨水利用)为 0.01 亿 m³, 占年供水量的 0.17%; 地表水供水以引水工程为主, 地下水供水以浅层水利用为主。而且, 榆林市供水主要集中在北六县, 其地表水和地下水供水量分别为 3.19 和 2.12 亿 m³, 分别占榆林市地表水和地下水供水量的 85.52% 和 92.98%。由表 4 可见, 2004 年榆林市总用水量为 6.02 亿 m³, 其中农业用水量为 4.55 亿 m³, 占总用水量的 75.58%, 所占比例最大, 高于陕西省平均水平; 工业用水量为 0.57

亿m³, 占总用水量的9.47%, 远低于陕西省平均水平; 高于陕西省平均水平; 生活用水比例也低于陕西省平均水平; 生态用水量为0.02 亿m³, 占总用水量的0.33%, 平均值。

表3 2004 年榆林市分区供水量统计分析

Table 3 Water supply of different regions in Yulin city in 2004

供水来源 Source of water supplied	供水方式 Style of water supplied	北六县 North six counties		南六县 South six counties		榆林市 Yulin city	
		供水量/亿m ³ Water supply	占总供水量的比例/% Rate	供水量/亿m ³ Water supply	占总供水量的比例/% Rate	供水量/亿m ³ Water supply	占总供水量的比例/% Rate
地表水 Surface water	蓄水工程 Storage engineering	0.63	11.84	0.03	4.29	0.66	10.96
	引水工程 Distributed engineering	1.86	34.96	0.38	54.29	2.24	37.21
	提水工程 Abstraction engineering	0.69	12.97	0.13	18.57	0.82	13.62
	人工载运 Manpower shipping	0.01	0.19	0.004	0.56	0.01	0.17
	小计 Subtotal	3.19	59.96	0.54	77.14	3.73	61.96
	地下水 Ground water	0.56	10.53	0.01	1.43	0.57	9.47
地下水 Ground water	深层水 Deep water	0.56	10.53	0.01	1.43	0.57	9.47
	浅层水 Superficial water	1.48	27.82	0.15	21.43	1.63	27.08
	微咸水 Brackish water	0.08	1.50	0.0002	0.03	0.08	1.33
	小计 Subtotal	2.12	39.85	0.16	22.86	2.28	37.87
其他 Others		0.01	0.19			0.01	0.17
总计 Total		5.32	100.00	0.70	100.00	6.02	100.00

表4 2004 年榆林市各部门用水量统计分析

Table 4 Analysis of Yulin's water consumptions in different industries in 2004

项目 Item	陕西省 Shaanxi province		榆林市 Yulin city	
	用水量/亿m ³ Water consumption	占总用水量的比例/% Rate	用水量/亿m ³ Water consumption	占总用水量的比例/% Rate
农业 Agricultural	50.70	67.51	4.55	75.58
工业 Industrial	13.00	17.31	0.57	9.47
林牧副渔 Forest & pasturage	-	-	0.37	6.15
生活 Domestic	11.30	15.05	0.51	8.47
生态 Ecology	0.10	0.13	0.02	0.33
总计 Total	75.10	100.00	6.02	100.00

注: 数据根据榆林市水资源管理办公室《2004 年榆林市水资源公报》和国家统计局编《2004 年中国统计年鉴》整理计算; - 示未统计。
Note: The data were calculated based on Yulin city water resource communique in 2004 compiled by Yulin county water resource managing bureaux and statistical yearbook of China in 2004 compiled by State Statistical Bureau; - stands for having no statistical data

2 榆林市水资源利用中存在的问题

2.1 工农业用水矛盾十分尖锐

根据省、市有关计划和规划要求, 预计到2010年以后, 榆林市农业灌溉面积将扩大到12.8 万hm², 有效灌溉面积将稳定在20 万hm²左右, 农业对水资源的需求将达到8.82 亿m³, 全市每年工业用水量将达到10.9 亿m³, 到2020 年, 将达到16 亿m³[4]。农业和工业用水比例2004 年为1:0.13, 2010 年将达到1:1.24, 2020 年将达到1:1.81。工农业的争水矛盾将十分尖锐, 工业用水将严重挤占农业用水。

2.2 水资源污染严重

榆林市水污染源主要为工业废水和生活污水。改革开放以来, 随着社会经济的迅速发展和能源重化工业基地的建设, 污水的排放量也随之增加。2004 年全市废污水排放总量0.26 亿m³, 其中城镇居民生活废污水排放量0.11 亿m³, 占废污水排放总量的41.2%; 工业废污水排放量0.15 亿m³, 占废污水排放总量的58.8%。达标排放量仅占排污量的15%。工业“三废”的大量排放, 使区内的乌兰木伦河、榆溪河、黄河等已受到严重污染, 地下水源严重破坏, 榆林12 个县区有7 个县城的水质不符合饮用水标准。定边县红柳沟一些地方83%~88% 的土壤已被原油污染。

据2004年榆林水资源公报, 黄河府谷段主要污染物是砷、汞, 超标的观测断面占总观测断面的67%~85%; 其次是浑浊度较高, 无定河污染物主要是挥发酚(检出率为40%, 超标率为33%, 最高超标5.4倍); 其次是亚酸盐氮、氨氮和砷, 以米脂断面污染最为严重。榆溪河主要污染物是酚(检出率为33%, 超标率为23%, 最高超标达4.6倍), 氨氮超标达11%, 污染最严重的是下游三岔湾断面。

2.3 水资源利用率低

从2004年榆林市实际用水量看, 农业仍然是用水的主要部门之一, 占总用水量的75.58%, 比全省高8.07%。其主要原因: 一是群众受地理环境、投入能力和传统观念的影响, 在灌溉方法上以大水漫灌、畦灌为主, 用水浪费严重; 二是农田灌溉设施配套不齐全、老化失修, 渠道衬砌率低, 输灌水过程中跑漏水现象严重, 致使农业用水利用率普遍较低, 全市渠灌区农业用水利用率为30%~40%, 井灌区也只有60%, 远低于发达国家的平均水平。

2.4 水土流失严重

榆林市地表植被稀疏, 土壤松散, 是黄河中游水土流失最严重的区域, 水土流失面积3.69万 km^2 , 占总土地面积的84.67%。土壤侵蚀模数12200 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{年})$, 其中北部风沙区为3800万 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{年})$, 南部黄土丘陵沟壑区为18000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{年})$, 全市12个县区均属水土流失重点县, 年平均输沙量5.16亿 t 。

2.5 水利工程布局不合理

榆林市水库总库容达到9.94亿 m^3 , 但有效库容较低, 实际供水能力有限。其原因是多方面的: 一是水库重建设轻管理, 重工程轻效益, 重投入轻产出, 使水库调节能力受到限制。二是水库布局不合理, 榆林市的水库主要分布在无定河、榆溪河、芦河上游, 由于库群来水有限, 蓄水达不到要求, 故调节能力差。如芦河河口以上集中修建中型水库10座, 小型水库7座, 总库容达3.86亿 m^3 , 有效库容仅0.82亿 m^3 。三是蓄水工程设计标准低, 配套设施跟不上, 使病库险库增多; 四是一些灌溉设施破坏严重, 失去灌溉功能, 使这部分水资源不能得到充分利用^[5]。

2.6 水资源管理体制存在弊端

由于种种原因, 榆林市水资源管理体制存在一些弊端(如地表水的管理和地下水的管理分家, 水资

源管理和水利工程管理分家等), 使水资源不能被系统的评价和管理, 造成了管理上的混乱, 进而造成水资源浪费。

3 榆林市水资源可持续开发利用对策

3.1 发展井灌, 合理开发利用地下水资源

榆林北部风沙区地域辽阔, 滩地平坦, 地下水资源丰富且埋藏浅, 易于开采, 有发展井灌的优越条件和良好基础。目前, 全市地下水开采量为2.28亿 m^3 , 仅占地下水资源量的11.46%, 还有很大的开采潜力。对于地下水资源十分丰富的北六县来说, 如果井灌以地下水资源量的20%计, 那么可开采利用3.53亿 m^3 , 按照我国粮食平均水分生产率 $0.8 \text{ kg}/\text{m}^3$ 计算, 可生产粮食28.24万 t , 相当于2000年榆林粮食总产量的39.83%。但在发展井灌的过程中, 要重视灌溉渠道的砌护, 减少水分在输水过程中的渗漏损失。同时, 应采用滴灌、喷灌等先进节水灌溉技术, 推广地膜覆盖技术, 减少地面水分蒸发, 使水资源得到持续高效利用。

3.2 发展集雨工程, 高效利用天然降水

榆林市降水少, 而且时空分布与作物需水规律不同步, 仅能满足农作物生育期的下限需水, 制约着粮食产量的提高。在当前旱地耕作技术条件下, 粮食单位面积产量已经具备极限性^[5-6], 通过发展集雨工程技术, 把天然降雨富集并储存起来, 进行资源化利用, 既能解决农村生活用水问题, 同时也可确保作物需水关键时期用水, 从而达到对水资源调控利用的目的。尤其是地处黄土沟壑区的南六县, 地貌复杂, 地下水资源量仅为2.24亿 m^3 , 且开发利用难度较大, 而年降水量达471.5 mm ^[5], 应当充分利用天然降水资源。具体途径是: 一方面加强集雨工程技术的研究与推广, 拦蓄地表径流, 强化就地入渗, 将雨水集蓄工程与节水灌溉技术和先进的农艺措施结合起来, 充分提高天然降水的利用率。另一方面充分应用集雨工程技术, 根据作物需水要求进行合理补灌, 以达到增产的效果。

3.3 改变工业用水方式, 提高水资源重复利用率

榆林作为能源工业基地, 随着石油化工、煤电化工等工业的进一步发展, 工业需水量将急剧增加。因此, 一方面工业企业要推行低耗水高效率的生产工

资料来源于榆林市水资源管理办公室《2004年榆林市水资源公报》。

The materials were come from Yulin city water resource communique in 2004 compiled by Yulin county water resource managing bur-

艺,降低用水定额,这是工业节水的根本途径^[4]。2000年,榆林东部煤电化工基地需水量为1.65亿 m^3 ,中部煤、石油、天然气化工基地需水量为4.41亿 m^3 ^[7],造成了工业用水的短缺。根据榆林市工业实际,应当使煤炭企业的用水定额控制在1.5~1.6 m^3/t ,火力电厂的用水定额控制在25~40 m^3/kW ,石油、天然气化工企业(以甲醇生产为例)用水定额控制在110 m^3/t 以内,盐化工企业用水定额控制在30 m^3/t 以内,从而大大降低工业用水量^[4]。另一方面要大力提高水资源利用效率。目前,榆林市的工业企业用水重复利用率平均只有30%左右^[4],远低于全国平均水平(53%)。因此,必须采取经济和法律手段,将工业用水量、耗水量、水的重复利用率和万元产值耗水定额纳入企业技术经济指标体系,提高工业用水效率。

3.4 严格控制水污染,促进污水资源化利用

随着榆林市经济的快速发展,尤其是能源重化工的发展,水体污染日趋严重。控制水体污染的主要

途径:一是必须强化水资源执法力度,严格控制污水排放标准,加大水环境质量状况的监测,实施污染物排放总量控制,关闭高污染企业,逐步减少污染源和污染面积,使污水排放量最小化。二是要加强对城市污水的集中治理,在榆阳区、定边、靖边和神木等地尽快建立大型污水处理厂,以满足城市污水处理的需要,减少生活污水的排放。

3.5 健全水资源的评估与监测预警系统

根据榆林市各种资源和经济社会发展现状,以及未来发展的趋势,对水资源未来5、10、20年乃至更长时期各行业用水进行预测,应用多目标模型、系统分析模型等对供需平衡以及经济社会的承载力进行分析,并在此基础上,提出水资源持续利用的复合技术模式以及最佳配置方案。为了便于管理水资源,还必须建立健全水资源的监测预警系统,利用遥感系统(RS)、全球定位系统(GPS)等,对水资源进行监测预警,监视水资源的动态变化。

[参考文献]

- [1] 陕西省统计局. 2004年陕西省统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
- [2] 高振虎, 李 枫. 榆林地区水资源现状及开发利用对策探讨[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(3): 121-125.
- [3] 徐 洁, 刘建平, 朱 清, 等. 宁夏彭阳县水资源评价与综合利用[J]. 西北水资源与水工程, 2003, 14(4): 61-64.
- [4] 亢福仁, 杜虎平, 邵治亮. 榆林市水资源可持续开发和利用研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(5): 191-195.
- [5] 刘晓英, 李绥安, 刘江梅. 陕西榆林市生态环境现状分析[J]. 榆林高等专科学校学报, 2001, 11(1): 14-17.
- [6] 李玉山. 陕西省渭北、陕北粮食生产态势与定位[J]. 水土保持通报, 1998, 18(2): 76-79.
- [7] 杨绍华. 榆林能源化工基地建设引黄方案设想[J]. 西北水力发电, 2004, 20(3): 38-41.

Water resource and sustainable exploitation and utilization in Yulin city

CHEN Yong^a, YANG Gai-he^a, ZHOU Wei^b

(a College of Agronomy; b College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the systematic analysis of the characters of water resource in Yulin, and its problem of the water resources' exploitation and utilization in Yulin are discussed. In order to realize the sustainable use of the water resources in Yulin city, the paper puts forward some measures, including developing well irrigation project, applying rainfall collection technology, changing the techniques of industrial production, controlling water pollution strictly, and establishing supervisory and prescient system.

Key words: Yulin city; water resource; sustainable exploitation and utilization