

榆林市用水经济增长弹性变化规律及其驱动因素分析

王小军^{1,2}, 贺瑞敏^{1,2}, 尚漫廷^{1,2}, 王炎灿³

(1. 南京水利科学研究院, 南京 210029; 2. 水利部 应对气候变化研究中心, 南京 210029; 3. 河海大学 水文水资源学院, 南京 210098)

摘 要:通过分析榆林市 1990–2005 年社会经济用水量与经济发展之间的关系, 计算得出榆林市 1990–2005 年社会经济用水相对于 GDP 的用水经济增长弹性均值为 0.196, 表明当榆林市经济增长 1% 时, 社会经济用水量约增加 0.2%, 同时从多年变化可以看出榆林市用水经济弹性变化过程呈下降趋势。结合榆林市水资源开发利用现状, 认为技术进步和管理水平提高造成用水定额减少和产业结构调整是用水经济弹性下降的主要原因, 并从用水经济弹性的概念出发, 定量计算了二者的大小。结果表明: 1990–2005 年榆林市用水经济弹性受产业结构调整影响较大, 其影响量达 0.048, 影响率达 58.8%; 用水定额变化影响相对较小, 为 0.034, 影响率为 41.2%。建议在以后的工作中, 应不断加强产业结构优化和节水技术方面的研究, 通过对需水的合理限制, 从需求方面进行管理, 这对缓解当地水资源供需矛盾, 确保能源化工基地长远发展具有重要意义。

关键词: 用水经济弹性; 产业结构调整; 节约用水; 需水管理

中图分类号: F323.213

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)06-0078-03

Characteristics and Driving Forces of Water Use and Economic Elasticity of Yulin City

WANG Xiao-jun^{1,2}, HE Rui-min^{1,2}, SHANG Man-ting^{1,2}, WANG Yan-can³

(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China; 2. Research Center for Climate Change, MWR, Nanjing 210029, China; 3. Department of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Yulin is a place where has a serious shortage of water resources in northwest of China. With the development of economic construction in recent years, the problem has been becoming more serious than ever before. The shortage of water resources even restrained the development of economic. In this paper, we analyzed the water use and economic elasticity by the dates from 1990 to 2005, which is relationship between socio-economic and water consumption. The results showed that the average water use and economic elasticity is 0.196, that is to say when economy of Yulin increases by 1%, then water consumption will rise 0.2 percent. At the same time, we can see that the change of water use and economic elasticity in Yulin have a decline trend. According to the situation of Yulin city, we can learn that it is the results of industrial structure adjustment and the technology and management innovation, which caused the decline of average water use quota, then the contribution of those two factors are quantitatively analyzed. Results showed that water use and economic elasticity of Yulin in 1990–2005 is more impacted by industrial structure adjustment, the amount is 0.048, accounting for 58.8%, and the amount of technology and management innovation is 0.034, accounting for 41.2%. At last, we suggest that there should be more researches to be done in the optimize the industrial structure and water-saving technologies, through the reasonable restrictions under the principles of demand side management, to realize the balance of water supply and demand in chemical energy base in the long-term.

Key words: water use and economic elasticity; economic structure adjustment; water conservation; water demand and management

榆林市地处西北干旱地区, 水资源极其匮乏, 加之地处黄土高原腹地, 河流泥沙含量高, 致使水资源

收稿日期: 2010-03-20

资助项目: 水利部公益性行业重大专项“气候变化对我国水安全影响及对策研究”(200801001); 全球变化研究国家重大科学研究计划“气候变化对黄淮海地区水循环的影响机理和水资源安全评估”(2010CB951104)

作者简介: 王小军(1983–), 男, 陕西西安人, 博士生, 主要从事水资源规划研究。E-mail: xjwang@nhri.cn

难以开发利用。但当地矿产资源丰富, 煤炭、石油、天然气、岩盐等储量十分可观, 具有发展能源化工产业的独特优势, 是国家“西气东输”、“西电东送”、“西煤东运”的重要能源基地, 已成为带动区域经济快速发展和陕西经济最具贡献力的新的支柱产业群^[1-2]。已取得的成就固然可喜, 但榆林市也为此付出了沉重的代价。一个值得注意的事实是: 随着国民经济和社会的迅速发展, 人类活动日益加剧, 当地水资源情势发生了相应的变化, 水资源供需矛盾突出, 水环境受到污染, 特别是部分地区枯水季节缺水日益突出; 同时受气候变化的影响, 造成水资源量和质发生时空变化的态势^[3]。目前及今后一段时间里, 榆林市经济社会都会处于高速发展时期, 这对当地水资源开发利用提出了更高要求。

水资源需求分析是水资源规划和管理的基础。因此有必要弄清榆林市历年用水变化状况, 分析过去用水需求与经济发展之间的关系, 找出用水需求与经济增长变化的内在驱动因子, 对于科学认识当地水资源需求变化规律, 预测未来水资源需求态势, 确保能源化工基地长远发展具有重要意义^[4]。

1 榆林市用水经济增长弹性变化特点分析

1.1 用水经济增长弹性

用水经济增长弹性是某一时段的用水量相对于上一时段用水量的增长率与同期经济增长率之比。基本计算公式如式(1)。

$$\varepsilon = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q} \quad (1)$$

式中: ε ——用水经济增长弹性, 其物理意义相当于: 当经济增长 1% 时, 用水量增加的百分比; Q ——用水量, 其可以根据研究问题的不同采用不同口径。例如可以是用水总量、工业用水量、农业用水量、生活用水量等; P ——经济指标, 当用不同经济指标表示经济增长时, 可以计算相对于不同指标的用水经济增长弹性。如可相对于 GDP 计算各种用水的经济增长弹性, 也可相对于各部门的产值计算各自的用水经济增长弹性^[4]。

目前, 我国对水的需求价格弹性研究较多^[5-7], 对用水经济增长弹性的研究则相对较少, 且多见于对工业用水弹性系数的研究, 原因之一就是长期以来我国经济数据和用水数据统计范围存在差异, 即通常情况下, 经济数据是根据产业(一、二、三产业)和部门划分的, 而用水数据通常是以农业、工业、生活划分, 为研究用水需求与经济发展之间的关系带来不便。鉴于此, 本文结合榆林市水资源开发利用现状, 将建筑业

和第三产业的产值与公共用水(含服务业、商饮业、货运邮电业及建筑业等用水)数据相匹配, 将农业用水、工业用水、公共用水三者合称为社会经济用水, 应用用水经济增长弹性概念, 对榆林市社会经济用水相对于 GDP 的用水经济增长弹性变化规律进行探讨。

1.2 榆林市用水经济增长弹性变化实例研究

榆林市位于陕西省北部, 地处东经 $107^{\circ}28' - 111^{\circ}15'$, 北纬 $36^{\circ}57' - 39^{\circ}35'$ 之间, 东临黄河与山西隔河相望, 西邻宁夏、甘肃, 北接内蒙, 南接本省延安市, 是我国重要的能源化工基地。目前, 榆林能源重化工基地建设正在突飞猛进。2005 年榆林市 GDP 为 285.10 亿元, 是 1980 年的 39 倍(均为 2000 年可比价), 人均 GDP 为 8 107.95 元, 是 1980 年的 26 倍。

同时, 榆林地区地处内陆, 区内水土资源极不平衡, 加之, 生态环境十分脆弱, 致使水资源开发利用难以满足经济发展的需要。陕西省十分重视陕北能源化工基地的建设, 已责成有关部门编制了“榆林能源化工基地建设规划”、“陕北能源化工基地建设总体规划”、“陕西省榆林解决重化工基地供水水源规划报告”、“陕西省榆林能源化工基地供水水源规划修编报告”等, 使当地水利建设取得了显著成绩, 极大地改善了当地工农业生产条件。2005 年榆林市总用水量 63 317 万 m^3 , 社会经济用水 56 565 万 m^3 , 其中工业、农业、公共用水量分别为 6 393 万 m^3 、49 779 万 m^3 、393 万 m^3 。

结合用水经济增长计算公式, 结合榆林市经济发展及各行业用水变化情况, 可得榆林市 1990—2005 年社会经济用水相对于 GDP 的用水经济增长弹性均值为 0.196, 表明当榆林市经济增长 1% 时, 社会经济用水约增加 0.2%。不同年份用水经济增长过程见图 1。可以看出, 榆林市社会经济用水相对于 GDP 的用水经济增长弹性呈现规律性的下降趋势。

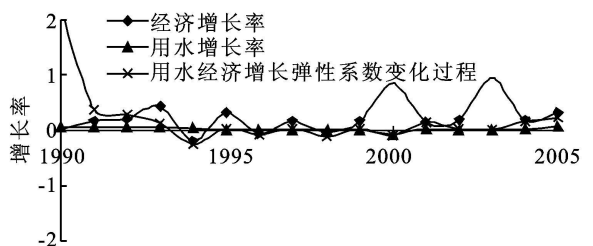


图 1 榆林市用水经济增长弹性变化规律

2 榆林市用水经济增长弹性变化驱动因素分析

已有研究成果表明, 用水经济增长弹性呈现规律性的下降趋势, 其主要因为科技进步和管理水平提高造成用水定额下降和产业结构的升级, 榆林市亦不例外。多年来榆林市各行业都在不断的依靠技术进步,

提高用水效率。尤其是近年来榆林市新上项目的经济效益十分显著,且节水技术、管理水平均较以前先进,故用水量的增长率明显小于同期经济增长率,使用水经济增长弹性降低;同时,榆林市为适应能源化工基地长远发展,不断进行产业结构升级、优化,使耗水量小的产业部门逐渐代替了耗水量大的产业部门,从而使得用水效率不断提高。因此产业结构的升级也极大促进了用水经济增长弹性的降低^[4,8]。本文从用水经济弹性的概念出发,通过定量方法对二者造成的用水经济增长弹性下降进行分析,具体如下:

用 p 表示 GDP 总量, α_i 和 α_{it} 分别表示 GDP 总量中第 i 类产业在起始年份和第 t 年所占比重(本文中 $i = 1, 2, 3$), q_0 和 q_t 分别表示起始年份和第 t 年平均用水定额(单位 GDP 的用水量), 和 $q_{\alpha i}$ 是第 i 类产业的用水定额,则第 t 年实际用水总量 Q_t 计算如式(2)。

$$Q_t = p q_t = \sum_{i=1}^3 p \alpha_i q_{ti} = p \sum_{i=1}^3 \alpha_i q_{ti} \quad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q} = \frac{p^2}{\Delta p \cdot Q} \left\{ \sum_{i=1}^3 [\alpha_i (q_{0i} - q_{ti})] + \sum_{i=1}^3 [q_{\alpha i} (\alpha_i - \alpha_{ti})] + \sum_{i=1}^3 [(\alpha_{ti} - \alpha_i) (q_{\alpha i} - q_{ti})] \right\} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{令 } \varepsilon &= \frac{p^2}{\Delta p \cdot Q} \sum_{i=1}^3 [\alpha_i (q_{\alpha i} - q_{ti})] \\ \varepsilon &= \frac{p^2}{\Delta p \cdot Q} \sum_{i=1}^3 [q_{\alpha i} (\alpha_i - \alpha_{ti})] \end{aligned} \quad (6)$$

式中: ε ——产业结构不变但产业内部用水定额下降所引起的用水经济增长弹性变化量; ε ——纯粹由产业结构调整所引起的用水经济增长弹性变化; 剩余项 $\frac{p^2}{\Delta p \cdot Q} \sum_{i=1}^3 [(\alpha_i - \alpha_{ti}) (q_{\alpha i} - q_{ti})]$ 为二者的混合作用项,当结构和定额的变化较小时可以忽略,在本文中忽略其大小。故纯粹由节水技术进步造成用水定额下降对用水经济增长弹性的影响率可以表示为:

$$\eta_1 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon} \times 100\% \quad (7)$$

纯粹由产业结构调整对用水经济增长弹性的影响率可以表示为:

$$\eta_2 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon} \times 100\% \quad (8)$$

结合榆林市社会经济用水相对于 GDP 的用水经济增长弹性下降的实际情况,通过上述原理,定量计算了榆林市用水定额下降和产业结构调整对用水经济弹性的影响,结果见表 1。

表 1 榆林市用水经济弹性驱动因素分析

时间	产业结构调整影响量 ε_1	影响率 / %	用水定额下降影响量 ε_2	影响率 / %
1990- 2005	0.048	58.8	0.034	41.2

可以看出,榆林市 1990- 2005 年社会经济用水相对于 GDP 的用水经济增长弹性下降主要因为产业

如果各产业的用水定额和经济结构自起始年份保持不变,则第 t 年的用水量为:

$$Q_t = p q_0 = \sum_{i=1}^3 p \alpha_i q_{\alpha i} = p \sum_{i=1}^3 \alpha_i q_{\alpha i} \quad (3)$$

可以看出,由于技术进步和管理水平提高造成的用水定额的降低和产业结构自身调整所产生的水量变化为:

$$\begin{aligned} \Delta Q &= Q_t - Q_0 = p (q_0 - q_t) = \sum_{i=1}^3 p \alpha_i q_{\alpha i} - \sum_{i=1}^3 p \alpha_i q_{ti} \\ &= p \sum_{i=1}^3 (\alpha_i q_{\alpha i}) - p \sum_{i=1}^3 (\alpha_i q_{ti}) = p \left[\sum_{i=1}^3 (\alpha_i q_{\alpha i}) - \sum_{i=1}^3 (\alpha_i q_{ti}) \right] \\ &= p \left\{ \sum_{i=1}^3 [\alpha_i (q_{\alpha i} - q_{ti})] + \sum_{i=1}^3 [q_{\alpha i} (\alpha_i - \alpha_{ti})] + \sum_{i=1}^3 [(\alpha_{ti} - \alpha_i) (q_{\alpha i} - q_{ti})] \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

将其带入(1)式,因本文中考虑社会经济用水相对于 GDP 的用水经济增长弹性,故式(1)中 P 为 GDP 总量,得

结构的升级,其影响量达 0.048,影响率达 58.8%;用水定额变化的影响为 0.034,影响率达 41.2%。

3 结 语

(1) 用水经济增长弹性是某一时段的用水量相对于上一时段用水量的增长率与同期经济增长率之比。本文通过分析榆林市 1990- 2005 年社会经济用水相对于 GDP 的用水经济增长弹性均值为 0.196,表明当榆林市经济增长 1% 时,社会经济用水约增加 0.2%,同时通过分析可以看出榆林市用水经济弹性呈下降趋势。

(2) 结合榆林市水资源开发利用现状,认为节水技术进步和管理水平提高造成的用水定额下降和产业结构调整是用水经济弹性下降的主要原因,并通过用水经济弹性的概念,定量计算了二者的大小。结果表明:1990- 2005 年榆林市用水经济弹性受产业结构的升级影响较大,其影响量达 0.048,影响率达 58.8%;用水定额变化的影响为 0.034,影响率达 41.2%。

(3) 榆林市地处黄土高原腹地,水资源极其匮乏,同时,受水资源开发边际成本以及自身条件的制约,仅靠引黄工程是难以解决其供需平衡难题的。文中分析表明,产业结构调整具有良好的节水效应,为此,建议有关部门加强研究,从需求管理角度出发,优化产业结构,大力发展生态节水型产业,同时不断依靠科技进步和提高管理水平,提高用水效率,促使经济快速发展^[9-12]。

因此草地类在上中游分布与全流域相似,在下游分布较小的分布格局。

4 结 论

在 1990 年全国土地利用第一次调查成果基础上,结合实地调查和绘图,获取安塞县马家沟流域 2008 年土地利用现状数据。分析了马家沟流域退耕还林(草)生态工程实施以来土地利用格局及覆盖状况。

(1)退耕还林(草)以来,马家沟流域耕地、林地、草地 3 个主要土地利用/覆被类型总面积占流域总面积的 91.6%。以草地类分布最广,占流域面积的 56.77%,其次为林地和耕地,分别为 19.6% 和 15.25%。耕地中梯田面积最大,占 44.8%,其次为坡耕地,占 42.4%,川坝地、川台地及缓坡塌地占 12.9%。流域上游、中游距村庄较远的梁峁顶及坡地绝大多数退耕成为未成林造林地,但仍保留有一定数量坡耕地。

(2)各土地利用/覆被类型在流域上中下游分布集中程度不同。上游的土地利用/覆被状况与全流域分布格局相似,集中度指数主要分布在 0.5~1.2 间。中游的农地用地类集中度指数为 1.5、园地为 1.9,而下游林地集中度指数高达 4.1,住宅用地以及水域用地类型的指数分别为 2.1、1.5。各利用/覆被类型在流域上中下游分布集中性的差异,主要与流域中游平缓地形地貌的发育便于耕作,因而耕地和园地用地类集中,下游村庄的行政隶属使得土地利用方向利于城镇生态服务功能区划,因而林地集中等因素有关。

参考文献:

[1] 陈永宗,景可,蔡国强.黄土高原现代侵蚀与治理[M].

(上接第 80 页)

参考文献:

[1] 王小军,蔡焕杰,张鑫,等.区域水资源开发利用与城镇化关系研究:以榆林市为例[J].水土保持研究,2008,15(3):1-4.

[2] 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.

[3] 王小军,蔡焕杰,张鑫,等.窟野河季节性断流及其成因分析[J].资源科学,2008,30(3):475-480.

[4] 贾绍凤,姜文来,沈大军,等.水资源经济学[M].北京:中国水利水电出版社,2006.

[5] 裴源生,方玲,罗琳.黄河流域农业需水价格弹性研究[J].资源科学,2003,25(6):25-30.

[6] 杜荣江,陈浩,崔广柏.弹性水价的确定与用户承受能力联动实证分析[J].河海大学学报:自然科学版,2003,31(4):475-478.

[7] 贾绍凤,张士峰.北京市水价上升的工业用水效应分析

北京:科学出版社,1988:170-181.

[2] 刘国彬,王国梁,上官周平,等.黄土高原地区水土保持科学研究的重点领域[J].中国水土保持,2008(12):37-39.

[3] 唐克丽,张科利.黄土高原人为加速侵蚀与全球变化[J].水土保持学报,1992,6(2):88-96.

[4] 于兴修,杨桂山.中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题[J].地理科学进展,2002,21(1):52-56.

[5] 赵东波,梁伟,杨勤科,等.陕北黄土丘陵区近 30 年来土地利用动态变化分析[J].水土保持通报,2008,28(2):22-26.

[6] 傅伯杰,邱扬,王军,等.黄土丘陵小流域土地利用变化对水土流失的影响[J].地理学报,2002,57(6):717-722.

[7] 张学权.坡耕地整治实践与退耕还林坡耕地治理的探讨[J].西昌学院学报:自然科学版,2007,21(3):11-13.

[8] 刘昌明,钟骏襄.黄土高原森林对年径流影响的初步研究[J].地理学报,1978,33(2):112-116.

[9] 杨立民,朱智良.全球及区域尺度土地覆盖土地利用遥感研究的现状和展望[J].自然资源学报,1999,14(4):340-344.

[10] 温仲明,焦峰,张晓萍,等.黄土丘陵区纸坊沟流域 60 年来土地利用格局变化研究[J].水土保持学报,2004,18(5):125-128.

[11] 王晗生,刘国彬.植被结构及其防止土壤侵蚀作用分析[J].干旱区资源与环境,1999,13(2):62-68.

[12] 赖亚飞,朱清科.吴旗县退耕还林生态效益价值评估[J].水土保持学报,2006,20(3):83-87.

[13] 何永涛.植被建设在黄土高原水土保持中的意义及其对策[J].水土保持研究,2009,16(4):30-33.

[14] 李登科.陕北黄土高原丘陵沟壑区植被覆盖变化及其对气候的响应[J].西北植物学报,2009,29(5):867-873.

[J].水利学报,2003(4):108-115.

[8] 贾绍凤,张士峰,夏军,等.经济结构调整的节水效应[J].水利学报,2004,35(3):111-116.

[9] Yan Chen, Zhang Dunqiang, Sun Yangbo, et al. Water demand management: A case study of the Heihe River Basin in China [J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2005, 30: 408-419.

[10] Bekithemba Gumbo. The status of water demand management in selected cities of southern Africa [J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2004, 29: 1225-1331.

[11] Wang Xiaojun, Zhang Jianyun, Liu Jiufu, et al. Water demand management instead of water supply management: a case study of Yulin City in northwestern China [C]. Hyderabad, India: Proceedings of JS. 3 at the Joint IAHS & IAH Convention, 2009: 333-339.

[12] 王小军,张建云,刘峡,等.以榆林市用水为例谈西北干旱区需水管理战略[J].中国水利,2009,60(17):16-19.