

我国城镇居民家庭生活需水函数的推求及分析^{*}

沈大军 杨小柳 王浩 汪党献 马静

(中国水利水电科学研究院水资源所, 北京, 100044)

摘要 通过对我国全国及6个区域的城镇居民家庭生活需水函数的建立, 分析了在我国进行此类研究的困难, 研究了水价、职工平均工资和供水人口对城镇居民家庭生活需水的影响程度。研究表明, 对需水影响最大的是供水人口, 职工平均工资的增长对需水的增加也产生重要的影响。价格对需水的影响并不显著, 但在现阶段, 价格仍然可以作为一个抑制需求的有效手段。

关键词 城镇居民家庭生活用水, 需水函数, 弹性系数, 中国。

中图分类号:

在市场经济下, 价格作为调节供需的重要手段, 受到了经济学研究的重要关注。在资源经济学领域, 价格作为资源管理的重要手段, 受到资源管理者和研究人员的特别关注。水资源经济学家从20年代就开始了城市居民生活需水的研究, 60年代美国和加拿大进行了大量的此类研究, 获得了一些十分有价值的成果, 对水资源管理提供了重要的依据。但在我国, 由于长期处于计划经济下, 价格仅仅是核算的工具, 不能通过市场对供需进行调节。在全面向市场经济转变的过程中, 价格对供需的调节作用已逐步被广大的决策者和研究人员所认识。由于我国的水资源条件, 水已经成为严重影响我国国民经济可持续发展的因素, 价格作为水资源管理和调节需求的手段已日益受到广泛的关注。

但由于我国长期处于计划经济的体制下, 不仅没有使价格在市场发挥作用, 而且对市场经济下价格与供需关系的研究也日益滞后。在充分认识到和大量提倡水价是调节需求的重要手段的条件下, 我国对水价对需求的影响以及一些相关的水资源经济学问题的研究几乎是一片空白, 已经进行的极少数研究也多是在国际合作中进行的, 如亚洲开发银行1998年的技术援助项目“Water Tariff Study”和世界银行的“中国水行业行动计划”等, 由于受项目研究范围限制, 这些项目往往局限于某一区域, 如黄淮海地区、省会城市等, 没有对我国进行全面系统的研究。

当然, 在我国进行城镇居民家庭生活用水的研究也存在许多困难。首先是用户用水资料的精度。尽管我国城镇居民家庭生活用水大多有水表计量, 但在许多城市的部分地区由于设施不完善, 利用公用的水龙头(这样的居民家庭可能没有抽水马桶), 可能造成用户数据的不一致, 影响资料的精度。同时现行公布的统计年鉴的数据一般只提供生活用水的数据, 而其中的生活用水数据可能包括城镇居民家庭生活用水、城镇事业单位的用水、宾馆等商业服务业用水以及绿地和河道等其它城镇环境用水等等, 不是严格意义上的城镇居民家庭生活用水。其次是价格的数据。目前, 我国的水价正处于一个调整的过程中, 在一年内可能存在一个或多个调整过程, 造成以年统计的价格数据存在一定的偏差, 而且可能不是用户面对的价格。第三是收入数据。目前我国没有城镇居民收入的详细的统计数据, 而且我国居民有隐性收入, 容易造成居民收入数据的误差; 对某一特定的城镇, 缺少不同收入居民类别的数据, 而收入的差别对需水的影响可能是很大的。另外, 若采用时间系列的研究方法, 我国目前的数据所能提供的年限又太短, 一般在十年以下, 样本数太少。

因此, 在充分认识到这些数据问题的情况下, 通过各种手段建立我国全国以及不同地区的城镇居民家庭生活需水函数, 获得一些相关的参数, 可为我国的水资源经济学研究提供参考, 同时也为我国

^{*} 本文于1999年8月11日收到, 系国家自然科学基金资助项目(项目批准号: 79830040, 77970099)。

的水资源规划和管理提供定量的决策依据。

1 研究方法、数据及分区

理论上, 消费者的需求函数为受预算限制的效用最大或成本最小函数。在需水函数的研究中, 线性函数形式由于比较容易估计, 经常被各类研究人员所采用。但线性形式不能给出一个固定的价格弹性系数, 只能获得需求曲线某一点的价格弹性系数, 而且是平均价格和平均水量的数据。但线性形式可用于直观地估计在某一范围内需求对价格是敏感 (>1) 还是不敏感 (<1)。

最常用和典型的函数形式是双对数线性形式。双对数线性形式易于估计, 能给出一个固定的价格弹性系数, 易于比较研究结果。同时, 双对数线性形式“比较符合”消费者对某些商品需求的行为。因此, 我们选用双对数的函数形式作为城镇居民家庭生活需水函数的估计形式。

居民家庭生活用水与水价及收入有关。在我国的国民经济的发展过程中, 基础设施的水平与城镇规模相关, 也即用水和用水人口多的大城市的人均用水水平将可能高于中小城市的水平, 因此将供水人口作为一个影响因素纳入方程式, 在水量的形式上采用城镇居民家庭生活用水总量, 同时可分析供水人口对需水的影响。根据以上建立的方程式如下:

$$\ln Q = \ln P + \ln S + \ln Y + c \quad (1)$$

其中: Q 为城镇居民家庭生活需水量; P 为生活供水价格; S 为居民收入数据; Y 供水人口; α 、 β 、 γ 、 c 为常数, α 为价格需求弹性系数, β 为工资需求弹性系数, γ 为人口需求弹性系数。

同时, 为了研究我国不同地区由于水源条件、经济发展水平等因素不同而可能存在的差别, 在研究中又将我国分为 6 个地区进行了城镇居民家庭生活需水的研究, 这 6 个地区为: 1、东北地区, 包括黑龙江、吉林、辽宁三省; 2、黄淮海地区, 包括北京、天津、河北、山西、陕西、山东、河南; 3、长江中下游地区, 包括上海、江苏、浙江、安徽、湖南、湖北、江西; 4、华南地区, 包括福建、广东、广西、海南; 5、西南地区, 包括云南、贵州、四川、重庆、西藏; 6、西北地区, 包括青海、内蒙古、宁夏、新疆、甘肃。

本研究根据国务院批准 1996 年底的 666 个建制市为对象, 选用的数据来源如下:

城镇居民家庭生活用水量 and 供水人口数据来自建设部计划司 1996 年《城市建设统计年鉴》, 为全部的统计数, 数据不包括城镇的事业、商业单位的用水和绿地等的用水, 为单纯的居民家庭生活用水;

供水水价数据来自中国城镇供水协会 1997 年《城市供水统计年鉴》;

居民收入数据来自国家统计局城市社会经济调查总队编的 1997 年《中国城市统计年鉴》, 为抽样调查数据, 选用的数据为职工平均工资 (一般认为职工平均工资低于家庭人均实际收入的 20% 左右, 但数据精度明显高于其它收入的数据; 同时其与用水人口的平均收入数据有一定的出入)。

在数据的初步处理中, 除了剔除数据不匹配的样本外 (如只有工资数据而没有水价数据等), 剔除了可能存在的供给限制 (如在某些城镇, 由于水源短缺或供水能力的限制, 不能保证 24 小时供水, 这样就影响了用户对水的消费行为) 而导致的数据误差, 我们认为城镇居民家庭生活人均日用水量在 30 升以下的数据不可靠, 排除在有效样本以外。另外, 在对华南地区的研究中, 发现城镇居民家庭生活人均日用水量在 80 升以下的样本影响结果 (表现为水价上升用水量上升的错误结果), 因此在华南地区的研究中, 剔除了人均日用水量在 80 升以下的另外 9 个样本 (但在全国的研究中, 为了保持一致性, 而没有剔除)。

2 我国城镇居民家庭生活需水函数分析

2.1 城镇居民家庭生活用水 表 1 显示了我国及 6 个地区的城镇居民家庭生活用水的基本情况。1996 年我国城镇居民家庭生活人均日用水量为 135.36 升, 供水人口 21967 万人。分区的情况显示, 华南

地区城镇居民家庭生活人均日用水量远大于其它地区，为 212.45 升，几乎是东北地区的两倍；长江中下游地区次之，为 171.48 升。从地域分布看，城镇居民家庭生活人均日用水量大致成以下的分布规律：南方地区高于北方地区，水资源丰富的地区高于水资源稀少的地区，经济发展好的地区高于经济发展落后的地区。

水价和工资的数据显示，东北地区的平均水价最高，华南和西南次之，长江中下游地区最低；平均工资以华南地区最高，长江中下游次之，东北地区最低。这初步反映了东北地区人均用水量低的原因。

表 1 我国城镇居民家庭生活用水

分区	城市数/个	有效样本数/个	人均日用水量/升	用水人口/万人	平均水价/(元/m ³)	年人均工资/元
东北	90	76	107.44	2937.81	0.825	5402.62
黄淮海	157	107	116.96	4971.82	0.555	6520.03
长江中下游	186	135	171.48	5788.60	0.531	7145.06
华南	103	89	212.45	2585.03	0.665	8234.83
		(81)	(217.67)	(2495.96)	(0.665)	(8344.80)
西南	69	38	113.66	1591.08	0.628	5787.10
西北	61	41	114.12	1071.22	0.529	5852.78
全国	666	486	135.36	21966.98	0.603	6662.02

- 注：1. 分区人均日用水量及用水人口基于有效样本统计；
 2. 全国人均日用水量和用水人口基于 1996 年《城市建设统计年鉴》的全国数计算；
 3. 华南地区括号中的数据为人均日用水量大于 80 升的数据；
 4. 平均水价基于用水量和价格加权平均统计；
 5. 平均工资基于用水人口数加权平均统计。

2.2 模型拟合精度 表2显示了城镇居民家庭生活需水函数模型的拟合精度参数。表中的数据说明所有建立模型的拟合程度都十分好。模型的回归系数都在 0.9 以上，显示了很好的相关性，F 值在 53.45 ~ 872.19 之间，其所对应的显著性远远在 0.05 以上。

表 2 我国城镇居民家庭生活需水函数拟合精度参数

分区	回归统计			方差分析			
	回归系数	R ² 修正值	标准误差	回归均方	残差均方	F 值	F 显著性
东北	0.9524	0.9032	0.4210	41.52	0.1772	234.29	4.63 × 10 ⁻³⁷
黄淮海	0.9430	0.8860	0.4296	50.88	0.1946	275.68	4.68 × 10 ⁻⁴⁹
长江中下游	0.9000	0.8056	0.5271	51.72	0.2779	186.12	4.79 × 10 ⁻⁴⁷
华南	0.9086	0.8187	0.4567	25.33	0.2086	121.44	4.12 × 10 ⁻²⁹
西南	0.9083	0.8096	0.4277	9.78	0.1829	53.45	5.85 × 10 ⁻¹³
西北	0.9257	0.8453	0.4979	18.32	0.2479	73.87	1.10 × 10 ⁻¹⁵
全国	0.9189	0.8434	0.4941	212.89	0.2441	872.19	2.83 × 10 ⁻¹⁹⁴

表 3 各参数检验值显示，在所建立的 7 个模型中，以全国模型的精度最高。各参数间比较，以人口参数的精度最高。

2.3 城镇居民家庭生活需水函数 表3显示了我国城镇居民家庭生活需水函数的各参数值，根据其中的参数，可以建立我国及 6 个地区的基于 1996 年价格和工资水平的城镇居民家庭生活需水函数（表 4）。城镇居民家庭生活需水函数可以用来分析价格、工资以及供水人口等因素的变化对需水的影响，可以作为水资源管理的重要的决策参考，也是需水预测的重要工具。

2.4 价格需求弹性系数 水的需求弹性受用水、收入和价格水平的影响，收入水平越高，需求弹性越小；用水水平越低，需求弹性越小；价格越低，需求弹性越小。表 3 的数据显示，我国城镇居民家庭生活需水的价格需求弹性系数为 - 0.33，即 10 % 的水价上升将引起 3.3 % 的用水量的下降，因此，相对于其它的各种水资源管理措施，在抑制需求方面价格是一个十分有效的手段。地区间的数据差别较大，显示了价格需求弹性的基本变化规律。长江中下游地区的价格需求弹性最大，为 - 0.50，西北地区为 - 0.28，黄淮海地区为 - 0.24，东北和华南地区为 - 0.11，而西南地区仅为 - 0.04。

表3 我国城镇居民家庭生活需水函数拟合参数

分区	参数	值	标准误差	T 检验值	频率值	95 %上限	95 %下限
东北		- 0.1295	0.1305	- 0.9924	0.3243	- 0.3897	0.1307
		0.5168	0.1988	2.6003	0.0113	0.1206	0.9130
		1.0428	0.0510	20.4518	0.0000	0.9411	1.1444
黄淮海	c	- 1.1368	1.6095	- 0.7063	0.4823	- 4.3453	2.0718
		- 0.2439	0.1493	- 1.6334	0.1054	- 0.5399	0.0522
		0.0804	0.2665	0.3015	0.7636	- 0.4482	0.6089
长江中下游	c	1.0842	0.0508	21.3514	0.0000	0.9835	1.1850
		2.5485	2.1972	1.1599	0.2488	- 1.8090	6.9061
		- 0.4976	0.1883	- 2.6432	0.0092	- 0.8700	- 0.1252
华南		0.0509	0.2040	0.2495	0.8034	- 0.3527	0.4545
		1.0720	0.0494	21.6862	0.0000	0.9742	1.1698
	c	2.9069	1.7460	1.6649	0.0983	- 0.5470	6.3609
西南		- 0.1123	0.2238	- 0.5018	0.6172	- 0.5579	0.3333
		0.4826	0.2220	2.1736	0.0328	0.0405	0.9248
		1.0317	0.0711	14.5188	0.0000	0.8902	1.1732
西北	c	- 0.3032	1.8470	- 0.1642	0.8700	- 3.9811	3.3746
		- 0.0435	0.3187	- 0.1366	0.9822	- 0.6911	0.6041
		0.3237	0.1885	1.7175	0.0950	- 0.0593	0.7068
全国		0.9668	0.0913	10.5854	0.0000	0.7812	1.1524
		0.9645	1.5078	0.6397	0.5267	- 2.0997	4.0287
		- 0.2789	0.1978	- 1.1402	0.1668	- 0.6796	0.1218
全国		0.5264	0.3133	1.6803	0.1013	- 0.10183	1.1611
		1.0180	0.0803	12.6720	0.0000	0.8552	1.1807
	c	- 1.1490	2.6711	- 0.4302	0.6696	- 6.5613	4.2632
全国		- 0.3292	0.0635	- 5.1842	0.0000	- 0.4539	- 0.2044
		0.5628	0.848	6.6349	0.0000	0.3961	0.7295
		1.0205	0.0241	42.3988	0.0000	0.9732	1.0678
	c	- 1.3309	0.7035	- 1.8919	0.0591	- 2.7132	0.0514

2.5 工资需求弹性系数 工资需求弹性系数明显大于价格需求弹性系数, 表3的数据显示, 全国城镇居民家庭生活需水的工资需求弹性系数为0.56, 即工资增加100%, 将导致56%的用水量的增加, 这是我国改革开放20年来城镇居民家庭生活用水量大幅度增加的主要原因。在20年来, 尽管水价和职工工资在同步增加, 但工资对需水的影响程度远大于价格对需水的影响程度, 因此人均用水量仍然大幅度增长。地区间的数据显示, 工资需求弹性以西北最大, 达0.53, 东北地区次之, 为0.52, 华南地区为0.48, 西南地区为0.33, 而黄淮海地区和长江中下游地区仅分别为0.08和0.05。

2.6 人口需求弹性系数 模型间的人口需求弹性系数十分一致, 而且数据显示人口增长与需水增长几乎成线性关系。全国的结果显示, 水的人口需求弹性系数为1.02, 地区间的数据也显示了这样的一致性, 都在1.0左右, 显示了人口与需水的同步增长, 但西南地区的人口需求弹性系数小于1, 说明了西南地区的供水能力的建设落后于用水人口的增长。

表4 我国城镇居民家庭生活需水函数

分区	需水函数
东北	$Q = 0.3208 \times P^{-0.1295} \times S^{0.5168} \times Y^{1.0428}$
黄淮海	$Q = 12.7879 \times P^{-0.2439} \times S^{0.0804} \times Y^{1.0842}$
长江中下游	$Q = 18.3000 \times P^{-0.4976} \times S^{0.0509} \times Y^{1.0720}$
华南	$Q = 0.7386 \times P^{-0.1123} \times S^{0.4826} \times Y^{1.0317}$
西南	$Q = 2.6235 \times P^{-0.0435} \times S^{0.3237} \times Y^{0.9668}$
西北	$Q = 0.3170 \times P^{-0.2789} \times S^{0.5264} \times Y^{1.0180}$
全国	$Q = 0.2642 \times P^{-0.3292} \times S^{0.5628} \times Y^{1.0205}$

注: Q 单位为万 m^3 ; P 单位为元/ m^3 ; S 单位为元;
 Y 单位为万人;

3 结论

以上通过建立城镇居民家庭生活用水与职工平均工资、水价及供水人口的双对数线性关系式,建立了我国及6个地区的城镇居民家庭生活需水函数,分析了城镇居民家庭生活需水的价格弹性、工资弹性和人口弹性系数。结果表明,对需水影响最大的供水人口的增加,职工工资的增长也将导致居民家庭人均生活用水量的的大幅度增长,价格提高对需水的增长有一定的抑制作用,但并不是很明显,我国的价格需水弹性为-0.33,但相对于其它措施,价格仍然是一个十分有效的抑制需求的手段。

我国城镇居民家庭生活需水函数的建立,为需水预测和水资源管理提供了一个有效的方法,此方法体现了市场经济的基本的经济规律。在我国的水利事业从计划经济向市场经济转变的过程中,水资源管理的经济手段作为管理工具的一个主要和直接的方面,价格作为其中最主要的措施,更应引起我们的注意和关注。上述建立的方法和函数将为我国的水资源管理提供重要的决策参考依据。

参 考 文 献

- 1 建设部计划司, 城市建设统计年鉴. 1996.
- 2 中国城镇供水协会, 城市供水统计年鉴. 1997.
- 3 国家统计局城市社会经济调查总队, 中国城市统计年鉴, 中国统计出版社. 1997.
- 4 M. Espey, J. Espey and W. D. Shaw, Price elasticity of residential demand for water: a meta-analysis. *Water resources research*. 1997, Vol. 33, No. 6, pp1369—1374.

Analysis of urban residential water demand functions in China

Shen Dajun Yang Xiaoliu Wang Hao Wang Dangxian Ma Jing

(China Institute of Water Resources and Hydropower Research)

Abstract In this paper, the urban residential water demand functions of the whole country and six regions of China are developed. The influences of water tariff, average salary and population being served are analyzed. The results show that the population being served is the main factor affecting the water demand. In the meantime, the salary increment is also an important factor. It is concluded that the price of water is an efficient economic measure in balancing the water demand and supply.

Key words urban residential water demand, demand function, elasticity coefficients.