



价格理论与实践
Price: Theory & Practice
ISSN 1003-3971, CN 11-1010/F

《价格理论与实践》网络首发论文

题目：中国城市水价宏观经济影响因素的实证研究
作者：姜峰，程远
DOI：10.19851/j.cnki.CN11-1010/F.2024.03.108
网络首发日期：2024-06-18
引用格式：姜峰，程远. 中国城市水价宏观经济影响因素的实证研究[J/OL]. 价格理论与实践. <https://doi.org/10.19851/j.cnki.CN11-1010/F.2024.03.108>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

中国城市水价宏观经济影响因素的实证研究

娄峰 程远

内容提要:合理的水价能够在保障供水效率的同时起到节约水资源与防治水污染的作用,使水资源发挥最大的经济、社会和环境效益。为了研究我国城市水价变动和宏观经济指标之间的数量关系,本文首先建立了一个包含水价供给和需求因素的理论模型,分析宏观经济因素影响水价变动的机制;然后,利用全国直辖市及省会城市的水价为样本,实证分析了水价和宏观经济因素之间的数量关联关系。实证结果表明,我国城市水价的重要影响因素主要包括人均实际 GDP、常住人口、第二产业增加值比重、CPI,各个因素对于水价都有正向的显著影响。除了少数地区外,模型整体适用性较好。本文的研究结论有利于深入认识城市水价的主要影响因素,并对各城市供水定价实践提供了参考依据。同时,也为构建公共事业定价的理论框架、指导公共事业服务价格的合理调整以及改革提供了理论借鉴和方法支持。

关键词:城市水价;国民经济指标;宏观经济影响因素;定价模拟

DOI: 10.19851/j.cnki.CN11-1010/F.2024.03.108

一、研究问题的提出

在城镇供水方面,随着社会经济发展、人口增长以及居民生活水平的普遍提高,城市系统对于水资源的需求量不断增加,城市水资源的供需矛盾愈加突出。城市生活用水作为城市水资源管理系统中的重要组成部分,既是城市居民的生活必需品,也是推动城市经济和社会发展的重要商品。合理的水价能够在保障供水效率的同时起到节约水资源与防治水污染的作用,使水资源发挥最大的经济、社会和环境效益。

为了分析水价和其他变量的数量关系,为科学合理地调整水价提供政策依据,很多学者对水价的影响因素进行了研究,但还有待深化。张丹丹(2013)利用影响水的供给和需求等宏观经济指标及水的生产供应各类数据,对苏州市的水价进行实证分析,并对未来苏州水价走势进行预测。程骥(2002)运用工程经济评价方法计算重庆市南滨镇新建供水项目的供水价格。郭剑(2003)提出水资源综合价值理论以及包括水资源的自身价值、工程水价和环境水价在内的全成本水价概念,对重庆市主城区的全成本水

价进行了实证分析,并提出了重庆市水价调整方案。朱华伟和袁汝华(2007)利用南京的供水成本、社会平均利润、可支配收入、水费支出占比等数据分析南京水资源费和自来水水价的涨价空间。李斯佩(2007)运用全成本水价法,通过对资源水价、工程水价和环境水价的计算,从可持续发展的角度计算了石家庄市的水资源价格。周长勇和钟绵志(2009)归纳总结了影响水价的自然因素、社会经济因素以及工程因素等多方面的因素。米雪薇等(2019)在北京市缺水严重、水资源供给不足与人口众多形成严重供需矛盾背景下,利用 ELES 模型分析了北京市城镇居民的生活用水可承受能力及水费支出能力,从而对北京市目前的阶梯水价合理性进行了评价。陈炯利等(2020)利用 2009-2016 年宁夏城镇居民生活用水量及其 8 个影响因素数据,采用主成分分析法分析用水需求及其影响因素的数量关系。李云雁和江小平(2021)回顾了我国供水价格改革的实践,针对传统的成本加成定价方法存在难以激励企业有效控制生产经营成本、提高效率等问题,提出深化供水价格

基金项目:国家社科基金重点项目“财政货币政策对居民收入作用机理与效应研究”(批准号:23AJY021)和“中国社会科学院经济大数据与政策评估实验室”资助。

作者简介:娄峰(1975-),男,汉族,安徽临泉人,对外经济贸易大学经济学博士,中国社会科学院数量经济与技术经济研究所研究员,研究室主任。研究方向:宏观经济预测与政策模拟分析。程远(1987-),男,汉族,河北邯郸人,南开大学经济学博士;中国社会科学院数量经济与技术经济研究所副研究员。研究方向:宏观经济学、货币经济学、一般均衡分析。

改革的路径。王冠军等(2021)分析居民生活用水价格调整对居民用水行为的影响机理,综合运用水费支出系数计算等多种方法,测算了促进北京市居民节水的水价水平,并提出完善水价形成机制以及促进节水的相关政策建议。马朝猛等(2022)基于县城城乡供水价格形成、分担及补偿机制提出供水全成本约束定价法,并对宁夏西吉县城乡供水价格进行实证分析。曹健等(2023)通过构建水资源模糊综合评价模型,对克拉玛依市水资源价值进行分析,发现水资源费的理论结果远高于实际价格标准,这一研究结论有助于相关部门对水资源费进行适当调整,发挥水价杠杆作用,提高水资源的利用效率。

从以上的研究可以看出,虽然现有文献对水价定价理论进行了深入讨论,并对实际地区的定价实践进行分析,但现有针对水价影响因素的实证研究大多是在某个城市的供水成本和用水需求分析的基础上进行实证分析,覆盖的地区范围较小。因此,实证结果既不能确定影响我国城市水价的一般性因素,也没有反映水价变动的普遍特征,也就不能对大多数地区的水价定价实践提供支持。既有关于水价定价的实证研究中,所选择的变量包含当地自来水公司经营费用、供水成本等太过细致的微观数据,并未专注于宏观经济数据,难以精准推断整个地区的水价走势。基于此,本文在建立包含水价供给和需求因素的理论模型的基础上,分析宏观经济因素影响水价变动的机制,并利用全国31个直辖市及省会城市的水价为样本,实证分析水价和宏观经济因素之间的数量关联关系。研究结论有利于深入认识城市水价的主要影响因素,并对各地水价的定价实践提供了参考依据。

二、城市水价宏观经济影响因素及机理分析

(一) 机理分析

城市供水价格指的是供水企业通过一定的工程设施,将地表水、地下水进行必要的净化、消毒处理、输送,使水质水压符合国家规定的标准后供给用户使用的水价格。我国城市供水价格的制定遵循覆盖成本、合理收益、节约用水、公平负担的原则,综合反映了水资源供需两端的情况。一方面,从供给端来看,水价应当覆盖供水成本,并使供水企业得到合理的收益,因此水价与供水成本正相关。当地方由于水环境恶化,供水设施建设增长等因素提高了城市供水成本,便会促使水价上升;另一方面,从需求端来看,水价应当符合用户的负担能力,因此水价与用水需求正相关。当经济发展、人口增长等因素提高了用水需求,便会迫使城市提高供水的规模及处理输送

成本,从而导致水价的上升。

本文根据现有研究归纳出影响水价的主要因素包括供给端的供水设施投资成本以及需求端的人口数、人均可支配收入、消费者偏好等,具体包括以下几个方面:

1. 水资源禀赋。当所处地区的水资源非常充沛时,水环境状况表现较佳,水资源供需矛盾也不太突出,因此在水价构成中,水资源成本通常不会过高。相反,在缺乏水资源的地区,由于供应量无法满足需求,水价构成中的水资源成本自然会升高。在这种情况下,需要考虑水资源的稀缺情况,因此水价中必须包含资源价格,以补偿水资源所有者因资产使用而承担的代价,并确保水资源得到可持续供应。为了实现这一目标,资源成本必须根据不同地区或流域的水资源供求平衡结果来确定,并随着供求关系的变化而相应调整。

2. 人口规模。首先,人口的增加导致土地的超负荷使用和更多的生产活动,同时也需要更多的能源,而能源开发和使用会带来大气污染等问题,直接或间接地影响水资源的数量和质量。其次,人口增加也使得森林覆盖率急剧减少,而森林在涵养水源、防止水土流失等方面扮演重要角色,因此其减少也将对水资源产生严重影响。最后,人口增加会导致需水量增加,而需水量增加也将带来污水排放量的增加,进一步影响水环境的质量和可持续利用能力。

3. 地区经济社会发展水平。一个地区的供水价格总水平受到社会经济发展水平的深刻影响。经济发展需要大量的水资源,同时也会排放大量的废水。如果缺乏有效治理,废水将会污染水体,导致水资源的功能下降,使得水资源更加稀缺。

4. 用水户承受能力。供水价格的高低与用水户承受能力息息相关。当用水户的承受能力较强时,供水价格相应地会偏高;反之,供水价格则会偏低。特别是农业、工业、城市生活以及环境等用水部门,分别属于不同的消费主体,它们的效益相差较大,各自的承受能力也就存在较大差异。即使是同一类用户,由于经济状况的不同,对水价的承受能力也会有所差异。

5. 产业结构因素。供水价格水平受到产品结构的影响。在一个地区的产业结构中,如果第二产业比重较大,尤其是传统高耗水产业如冶金、化工、纺织、火力发电、煤炭等行业的比重较高,则可能会显著提高用水需求,从而推高水价。因此,不同的产业结构耗水量有所不同,进而会对供水价格总水平产生影响。

6. 供水工程投资成本。供水成本受到新建供水工程投资规模的直接影响。供水工程投资规模决定

了固定资产原值的大小,进而决定了折旧费以及运行维护费的多少。按照现行会计规定,折旧费按固定资产一定比例提取,而运行维护费与固定资产相关,折旧和运行维护费都是构成供水成本的基本项目,这引起了供水价格的差别。

综上所述,本文从供需两方面分析了各因素对水价影响的内在理论基础,为下文进一步数量化探究各影响因素对城市水价的影响夯实了基础。

(二) 现实意义

本文研究城市水价定价机制,提出了水价动态变化与合理调整的分析框架,通过实证方法得到了水价和宏观经济变量之间的数量关系,有着较强的现实意义。一是为水价制定部门提供了决策参考。本文探究了水价与宏观经济变量之间的数量关系,为经济社会发展过程中的现行水价的合理性和适应性进行评估提供了科学依据,从而有助于相关部门制定动态水价定价机制,以适应不断变化的经济社会条件,增强水价政策的适应性和灵活性。二是为其他公共事业价格的管理和调整提供了方法借鉴。水作为公共资源的一种,其定价机制的数量分析框架不仅适用于水资源管理,还可以为电力、燃气等其他公共事业的基于宏观经济条件实施动态定价提供可借鉴的经验和模式,从而为构建公共事业定价的理论框架,揭示其价格与宏观经济的内在联系,指导公共事业价格的合理调整,促进公共事业的平稳发展提供理论框架和实践方法的支持。

三、我国城市水价变动与一般性宏观经济影响因素的数量关系诠释

本文将和城市用水的供给和需求有关的宏观经济因素纳入一般均衡模型,分析这些因素通过影响用水的供求从而影响水价波动的理论机制,进而得到构建计量模型需要验证的自变量范围。

在用水需求方面,首先分析企业生产的用水需求。由于产业结构的变动可能导致总体宏观经济特征产生变化(程远等,2020),本文遵照一般均衡模型的常用设定方式(Solow,1974;谢泽宇等,2023;娄峰和程远,2023),在各产业的柯布一道格拉斯生产函数中引入水资源使用量差异的特征。第二产业的用水需求显著高于第一、三产业,设定第二产业以外的第一、三产业的生产函数为:

$$y_1 = k_1^{\alpha_1} h_1^{\beta_1} l_1^{1-\alpha_1-\beta_1} \quad (1)$$

其中, y_1 为第一、三产业厂商的产出, k_1 为资本投入, h_1 为生产的用水需求, l_1 为劳动投入。 α_1 、 β_1 、 $(1-\alpha_1-\beta_1)$ 分别是资本报酬、用水支出和劳动报酬在总收入中的分配份额。

厂商生产过程最优化的约束关系为:

$$p_1 y_1 = r k_1 + w l_1 + q h_1 \quad (2)$$

其中, p_1 为第一、三产业厂商的产品价格, r 为资本回报率, w 为工资, q 为供水价格。

第二产业厂商的生产函数为:

$$y_2 = k_2^{\alpha_2} h_2^{\beta_2} l_2^{1-\alpha_2-\beta_2} \quad (3)$$

其中, y_2 为第二产业厂商的产出, k_2 为资本投入, h_2 为生产的用水需求, l_2 为劳动投入。 α_2 、 β_2 、 $(1-\alpha_2-\beta_2)$ 分别是资本报酬、用水支出和劳动报酬在总收入中的分配份额。

厂商生产过程最优化的约束关系为:

$$p_2 y_2 = r k_2 + w l_2 + q h_2 \quad (4)$$

其中, p_2 为第二产业厂商的产品价格。第二产业的用水需求显著高于第一、三产业,因此有 $\beta_2 > \beta_1$ 。

根据厂商的最优化行为可以得到两类厂商的用水需求为:

$$\beta_1 p_1 y_1 = q h_1 \quad (5)$$

$$\beta_2 p_2 y_2 = q h_2 \quad (6)$$

区域内的总产出为三个产业产出的加总,按照行业产出加总的常用设定方式(Shao和Tang,2021;何平,2022;程远等,2022;罗朝阳和李雪松,2023),设定加总的形式为柯布-道格拉斯型生产函数:

$$y = y_1^\theta y_2^{1-\theta} \quad (7)$$

$$p y = p_1 y_1 + p_2 y_2 \quad (8)$$

其中, y 为区域总产出, p 为区域总产出的价格指数。可以得到,行业产出和总产出的关系为:

$$\theta p y = p_1 y_1 \quad (9)$$

$$(1-\theta) p y = p_2 y_2 \quad (10)$$

设定地区人口数量为1,本地区平均收入为 g ,则该地区总收入为 $y=gl$ 。

在生活用水需求方面,设定居民生活的用水需求与居民人数及水价有关:

$$h_3 = \frac{\delta l}{q} \quad (11)$$

其中, h_3 为生活用水需求, δ 为人口与用水需求支出之间的比例系数。

用水总需求为生产用水需求与生活用水需求的总和:

$$h = h_1 + h_2 + h_3 = \left\{ [\beta_1 \theta + \beta_2 (1-\theta)] \frac{p g}{q} + \frac{\delta}{q} \right\} l \quad (12)$$

在城镇供水方面,由于水的供应具有垄断特征,因此设定供水价格和投资建设的成本 k_0 、供水规模 h 正相关,于是供给函数设定为如下式形式:

$$q = \lambda k_0 h^\sigma \quad (13)$$

其中, λ 、 σ 为影响供水价格与供水规模的数量之间的系数,受到供水能力、自然条件等因素的影响。例如,在水资源较为贫乏的地区,对于同样的供水投资成本和供水规模,水价会更低, λ 指标便会更小。

将供给和需求函数联立,可以得到水价满足的关系式为:

$$q = \{[\beta_1\theta + \beta_2(1 - \theta)]pg + \delta\}^{\frac{\sigma}{\sigma+1}}(\lambda k_0)^{\frac{1}{\sigma+1}}\frac{\sigma}{\sigma+1} \quad (14)$$

根据这一关系式，可以得到：

$$\frac{\partial q}{\partial l} = \frac{\sigma}{\sigma+1} \{[\beta_1\theta + \beta_2(1 - \theta)]pg + \delta\}^{\frac{\sigma}{\sigma+1}}(\lambda k_0)^{\frac{1}{\sigma+1}}\frac{1}{\sigma+1} > 0 \quad (15)$$

理论上，水价可能与地区人口数量存在正向关系，人口数量越多，水价越高。

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial g} = \frac{\sigma}{\sigma+1} (\lambda k_0)^{\frac{1}{\sigma+1}}\frac{\sigma}{\sigma+1} \{[\beta_1\theta + \beta_2(1 - \theta)]pg \\ + \delta\}^{\frac{1}{\sigma+1}}[\beta_1\theta + \beta_2(1 - \theta)]p > 0 \end{aligned} \quad (16)$$

水价可能与地区人均收入水平存在正向关系，收入水平越高，水价越高。

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial p} = \frac{\sigma}{\sigma+1} (\lambda k_0)^{\frac{1}{\sigma+1}}\frac{\sigma}{\sigma+1} \{[\beta_1\theta + \beta_2(1 - \theta)]pg \\ + \delta\}^{\frac{1}{\sigma+1}}[\beta_1\theta + \beta_2(1 - \theta)]g > 0 \end{aligned} \quad (17)$$

水价可能与当地价格水平存在正向关系，价格水平越高，水价越高。

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial(1-\theta)} = \frac{\sigma}{\sigma+1} \{[\beta_1\theta + \beta_2(1 - \theta)]pg \\ + \delta\}^{\frac{1}{\sigma+1}}(\lambda k_0)^{\frac{1}{\sigma+1}}\frac{\sigma}{\sigma+1}(\beta_2 - \beta_1) > 0 \end{aligned} \quad (18)$$

水价可能与第二产业比例存在正向关系，第二产业比例越高，水价越高。

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial k_0} = \frac{1}{\sigma+1} \{[\beta_1\theta + \beta_2(1 - \theta)]pg \\ + \delta\}^{\frac{\sigma}{\sigma+1}}\lambda^{\frac{1}{\sigma+1}}\frac{\sigma}{\sigma+1}k_0^{\frac{\sigma}{\sigma+1}} \end{aligned} \quad (19)$$

水价可能与供水部门的固定资产投资规模存在正向关系，投资规模越大，水价越高。

正如前文所述，在本文模型中，水资源禀赋越丰富，参数 λ 的数值越低，因此有：

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial \lambda} = \frac{1}{\sigma+1} \{[\beta_1\theta + \beta_2(1 - \theta)]pg \\ + \delta\}^{\frac{\sigma}{\sigma+1}}\frac{\sigma}{\sigma+1}k_0^{\frac{\sigma}{\sigma+1}}\lambda^{\frac{\sigma}{\sigma+1}} > 0 \end{aligned} \quad (20)$$

水价可能与当地水资源禀赋存在负向关系，当地水资源禀赋越丰富，水价越低。

四、城市水价的实证分析模型构建

(一) 城镇水价的经济计量模型

为了进行实证分析，建立水价和国民经济影响因素关系的经济计量模型如下：

$$y_{it} = x_{it}'\beta + u_i + \varepsilon_{it} \quad (21)$$

其中， y_{it} 表示城镇水价， x_{it} 表示以上影响因素组成的矩阵， β 表示回归系数， u_i 表示个体异质性的截距项， ε_{it} 表示误差项，角标 i 表示地区， t 表示时间。实证模型采用我国主要城市的数据进行回归，当然实际的回归模型会根据数据可得性以及回归的显著性等情况

进行调整。

需要进一步说明的是，使用统计方法分析宏观经济变量和水价数量关系的前提条件是宏观经济变量和水价之间存在稳定的关系。如果将来经济、社会、技术、资源等因素的变化导致宏观经济变量和水价的当前数量关系不再成立，那么就需要采用最新的数据重新对数量关系进行估计。在现有的研究中无法展示回归系数未来的变化，因为这需要预测经济、社会、技术、资源等各种因素的变化趋势以及这些因素在未来影响宏观经济变量和水价的数量关系的作用机制和程度，这是当前的统计方法无法做到的。

(二) 数据来源和处理

本文的数据主要来自万得数据库。本文选取了31个直辖市及省会城市^①的水价及宏观经济、产业、人口、基础设施、社会发展等相关指标作为计量回归数据。其中，水价数据中包含水资源费，但不包含污水处理费，其原因在于，首先，污水处理费和宏观因素联系较少，更多和当地水质条件和处理技术成本有关，因此不将其纳入分析；其次，水资源费和基本水价联系更加紧密，很多地区水资源费的调整和基本水价联动，各地公布的官方水价数据也大多包含水资源费，因此将水资源费计入水价数据中共同分析。

根据以上的理论分析，在数据指标的可得性限制之内，本文选取了影响水价的供给侧及需求侧的各类指标。被解释变量为2007-2019年各城市居民生活用水价格，解释变量包括：实际GDP指数、实际

表1 样本数据统计性描述

变量	观测值	平均数	标准差	最小值	最大值
居民水价	393	1.97	0.76	0.88	4.16
新水取用量	537	27802.98	40976.75	12	251423
工业用水量	524	9306.23	11929.28	7	58058
生活用水量	589	0.22	0.09	0.07	0.78
CPI	756	98.38	45.88	11.25	169.31
第二产业比重	773	44.77	12.34	15.1	77.88
实际GDP	1607	100.36	137.7	0.22	644.59
常住人口	732	999.8	722.49	47.45	3212.43
水务固定资产投资完成额	524	5.72	9.2	0.01	70.52
户籍人口总户数	664	252.04	206.89	32.34	1277.53
户籍人口数	1008	638.75	533.01	44.23	3416.29
实际人均GDP	1484	25917.64	36145.7	62.45	183980
全市人口密度	793	538.24	342.72	6	2707
24小时累计降水量	462	996.9	556.15	74.9	2939.7
城市人口密度	615	2455.47	1326.54	186	6307.38
人均每日生活用水	421	0.03	0.03	1.95E-05	0.22
人均每日工业新水取用量	433	0.09	0.08	3.63E-05	0.42
实际人均GDP	735	375.81	285.26	6.29	1294.02
平均每户家庭规模	605	3.1	0.52	0.77	5.18

注：水务固定资产投资完成额是指城市市政公用设施建设中供水部门的固定资产投资完成额

①本文选取的31个直辖市及省会城市具体包括上海、乌鲁木齐、兰州、北京、南京、南宁、南昌、合肥、呼和浩特、哈尔滨、天津、太原、广州、成都、拉萨、昆明、杭州、武汉、沈阳、济南、海口、石家庄、福州、西宁、西安、贵阳、郑州、重庆、银川、长春、长沙等。

人均 GDP、CPI 同比指数、第二产业增加值占比、水务固定资产投资完成额、常住人口、全市人口密度、平均每户家庭规模、24 小时累计降水量、人均每日生活用水、人均每日工业新水取用量等变量。对于一些同类指标,本文纳入了多个变量,例如人口学指标中,选取了常住人口数、户籍人口数、户籍人口总户数等指标进行分析,而在后文的计量模型中通过统计性检验选出解释性最好的指标构建实证模型。

在以上变量中,将除去比例数据之外的实际 GDP 指数、实际人均 GDP、CPI、水务固定资产投资完成额、常住人口、全市人口密度、平均每户家庭规模、24 小时累计降水量、人均每日生活用水、人均每日工业新水取用量等数据的原始数据取了对数。一方面,消除时间序列中可能存在的异方差问题,另一方面,也使得模型中的回归系数具备了弹性系数的含义。各变量的描述性统计如表 1 所示。

五、城市水价的实证结果分析

(一) 计量回归结果

1. 基本回归结果。实证过程需要通过验证不同的变量组合,来选择合适的解释变量。本模型根据各个城市中作为被解释变量的水价的调价次数、与经济走势高度一致的数据特点,以及主要考察水价与国民经济指标关联性的研究目的,采取以下筛选变量的原则:(1)模型的解释变量首先选择 GDP、常住人口、CPI 等重要的宏观经济指标。(2)回归结果中解释变量系数值的符号应当符合经济理论。(3)为保证模型具有较好的解释和预测能力,需要使模型具有较高的拟合优度 R^2 。(4)尽可能选择提高拟合优度幅度较高的解释变量。(5)所选变量应尽可能具有较高的显著性。(6)模型应纳入可以提高拟合优度或改变其他变量系数值的解释变量,从而尽可能提高模型解释力并具有分离各个解释变量的边际作用,否则须删去该变量以精简模型。

此外,实证过程删除了济南、昆明、杭州、郑州等样本期内没有调整水价的样本,以及太原、拉萨、长春等宏观数据不足的样本,最终使用包括合肥在内的 23 个城市的数据样本。

利用面板模型对以上数据进行回归。在回归过程中,本文剔除了回归结果与理论显著不符的变量,保留了除控制变量和常数项之外的人均实际 GDP、常住人口、第二产业增加值占比、CPI 等 4 个主要的解释变量,以保证所选变量确实为水价变动的主要解释因素,使得回归结果具备经济学意义。在回归模型中,如果回归结果不显著,但系数符号符合经济

理论,则仍然作为控制变量保留在回归模型中。得到的回归结果如表 2 所示。

表 2 区域水价影响因素的实证分析结果

回归变量	回归系数	标准差	t 值	p 值
人均实际 GDP	0.147**	0.058	2.54	0.012
常住人口	0.280**	0.11	2.56	0.011
第二产业占比	0.005***	0.002	2.68	0.008
居民消费价格指数	0.723***	0.218	3.31	0.001
常数项	-5.889***	0.85	-6.93	0.000
地区控制变量	—	—	—	—

注:模型的拟合优度为 90.9%。***、**和*分别代表 1%、5%和 10%的显著性水平

在以上回归结果中,人均实际 GDP 的回归系数显著为正,表示经济增长率越高,水价越高,人均实际 GDP 每提高 1%会使居民用水价格提高 0.147%,这一实证结果和本文的理论分析相符,说明地区的经济发展水平越高,生产活动对水的需求量越大,则城市用水价格越高。常住人口的回归系数显著为正,表示常住人口数量越多,水价越高,常住人口每提高 1%会使居民用水价格提高 0.28%,这表明地区的人口数量越高,人民生活用水的需求量越大,则城市用水价格越高。第二产业增加值占比的回归系数显著为正,表示第二产业比重越高,水价越高,第二产业比重每提高 1%会使居民用水价格提高 0.005%,这表明地区的第二产业比重越高,同样经济规模下的生产用水需求越高,则城市用水价格越高。CPI 的回归系数显著为正,表示价格水平越高,水价越高,价格水平每提高 1%会使居民用水价格提高 0.723%,这表明地区的价格水平越高,城市的供水成本越高,则城市用水价格越高。模型的拟合优度为 90.9%,表示模型解释了大多数的数值变动。

表 3 变量平稳性的 DF 检验

变量	DF 统计量	5%显著性临界值
居民水价	-18.807***	-2.877
新水取用量	-25.346***	-2.872
工业用水量	-22.256***	-2.873
生活用水量	-21.759***	-2.86
CPI	-7.479**	-2.86
第二产业比重	-18.243***	-2.871
实际 GDP	-9.749**	-2.86
常住人口	-21.539***	-2.873
水务固定资产投资完成额	-20.366***	-2.874
户籍人口总户数	-24.189***	-2.873
户籍人口数	-31.321***	-2.86
实际人均 GDP	-3.429*	-2.86
全市人口密度	-18.692***	-2.86
24 小时累计降水量	-21.76***	-2.879
城市人口密度	-22.026***	-2.86
人均每日生活用水	-21.639***	-2.878
人均每日工业新水取用量	-21.872***	-2.876
实际人均 GDP	-6.545**	-2.871
平均每户家庭规模	-12.601***	-2.875

注:***、**和*分别代表 1%、5%和 10%的显著性水平

水务固定资产投资完成额是指城市市政公用设施建设中供水部门的固定资产投资完成额

2. 数据平稳性检验。本部分使用 DF 检验方法,对变量数据进行平稳性检验,得到的结果如表 3 所示。从检验结果可以看出,各变量的 DF 统计量均小于 5%显著性水平的临界值,拒绝了原假设。即,各变量均为平稳的时间序列,不存在单位根。

3. 模型设定检验。本文使用固定效应面板模型拟合了统计数据。为了检验本文的数据适合采用混合回归模型、固定效应模型还是随机效应模型,本部分进一步使用了经典的 F 检验、BP 检验和豪斯曼检验进行分析,结果如表 4 所示。从中可以看出,在混合回归模型、固定效应模型和随机效应模型中,应选择固定效应模型进行实证分析,本文基本分析的结论较为稳健。

表 4 模型设定检验

检验方法	检验目的	统计量	p 值	检验结论
F 检验	混合回归模型与固定效应模型的选择	67.42***	0.0000	混合回归模型与固定效应模型中,使用固定效应模型
BP 检验	混合回归模型与随机效应模型的选择	1143.93***	0.0000	混合回归模型与随机效应模型中,使用随机效应模型
豪斯曼检验	固定效应模型与随机效应模型的选择	13.02**	0.0232	固定效应模型与随机效应模型中,使用固定效应模型

注:***、**和*分别代表1%、5%和10%的显著性水平

表 5 固定效应模型与随机效应模型的结果比较

解释变量	固定效应模型	随机效应模型
人均实际 GDP	0.147**	0.139***
常住人口	0.280**	0.209***
第二产业占比	0.005***	0.005**
居民消费价格指数	0.723***	0.778***
常数项	-5.889***	-5.596***
地区控制变量	固定效应	随机效应

注:***、**和*分别代表1%、5%和10%的显著性水平

4. 稳健性检验。在本文中,一方面,由于数据所限,难以采用 DID 等更为复杂的替代模型进行实证,也难以采用分样本回归进行更细致的分析;另一方面,由于本文侧重分析水价与宏观变量之间的实际数量关系,替换被解释变量、解释变量中的用水价格及其他宏观经济指标进行分析也没有意义。因此,本文主要使用随机效应面板分析模型进行替代性实证分析,观察更换模型后解释变量的回归系数与显著性的变动程度。从表 5 中的结果可以看出,在更换了回归模型之后,解释变量的系数及显著性水平都没有发生较大变化,因此本文的模拟结果较为稳健。

(二)各城市实证结果数量分析

根据以上回归结果,建立以下供水价格调整的数量关系:

$$ps\% = 0.147 \times g\% + 0.280 \times r\% + 0.005 \times s\% + 0.723 \times p\% \quad (22)$$

由于各城市截距项不同,因此对于各城市的回归结果,我们采用指标变动百分比的形式呈现变量之间的数量关系。其中,ps%、g%、r%、s%、p%分别代表城镇水价、人均实际 GDP、常住人口、第二产业增加值比重、CPI 的数量变动的百分比。根据这一等式,可以利用相关的社会与经济发展数据,确定用水价格的数量变化。

将水价数据和回归结果展示在图 1 中,可以看出,除了少数在样本期内水价保持不变的地区以及调价频次和幅度较大的地区外,回归模型基本上较好地拟合了各城市的水价变动情况。

各城市调整水价时的实际价格与回归结果如表 6 所示,其中回归得到的水价结果通过取以自然对数为底的指数得到以“元/吨”为单位的可以和实际水价数据直接比较的价格指标。通过比较可以发现,除了个别城市外,模型拟合的整体情况较好,实际水价和回归水价的差值大多不高于 0.3 元/吨。其中,合肥市的实际水价和回归水价的差值小于 0.1 元/吨。此处需要说明的是:合肥居民用水价格在 2010 年 10 月由 1.29 元/吨调整为 1.55 元/吨,表中 2010 年的水价为 1.36 元/吨,显示的是全年平均水价。西安、重庆和贵阳的实际水价和回归水价的差值稍大,达到 0.32-0.35 元/吨。而回归模型对成都的适用性较差,实际水价和回归水价的差值在 2015 年最高达到 0.73 元/吨,这主要是由于成都水价的调整频次和幅度较大。成都的宏观经济变量较为稳定而水价调整频次和幅度过大,说明这一地区的水

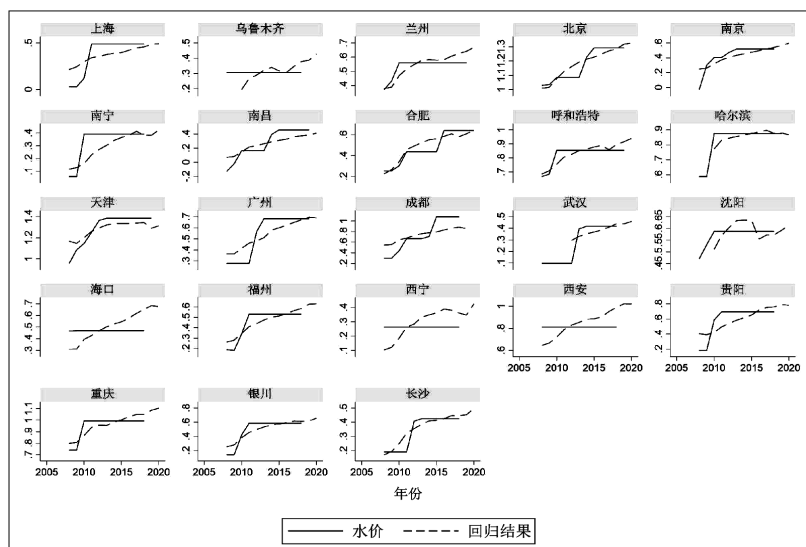


图 1 各城市水价变动的回归结果

价和宏观经济变量之间本身便不存在稳定、一致的数量关系, 计量分析便也无从谈起。从 2010 年到 2015 年, 成都水价调整了 4 次, 由 1.35 元 / 吨上涨到 2.94 元 / 吨, 上涨了 118%。特别是 2015 年由 2.03 元 / 吨上涨到 2.94 元 / 吨, 一年上涨了 44.8%, 从而导致模型对成都的拟合效果较差。

表 6 实际水价与模型回归结果比较

城市	调价时间 (年)	实际水价 (元/吨)	回归水价 (元/吨)	实际水价 - 回归水价
合肥	2008	1.29	1.25	0.04
	2010	1.36	1.41	-0.05
	2011	1.55	1.58	-0.03
	2016	1.90	1.80	0.10
上海	2010	1.13	1.35	-0.22
	2011	1.63	1.41	0.22
兰州	2008	1.45	1.46	-0.01
	2009	1.54	1.48	0.07
	2010	1.75	1.60	0.15
北京	2009	2.81	2.76	0.05
	2010	2.96	2.94	0.02
	2014	3.41	3.37	0.05
	2015	3.64	3.41	0.23
南京	2009	1.35	1.30	0.05
	2010	1.50	1.38	0.12
	2012	1.61	1.50	0.10
	2013	1.68	1.54	0.14
南宁	2010	1.48	1.23	0.25
南昌	2009	0.98	1.09	-0.11
	2010	1.18	1.16	0.02
	2014	1.48	1.34	0.14
	2015	1.58	1.36	0.22
呼和浩特	2008	1.95	1.98	-0.03
	2009	1.98	2.03	-0.05
	2010	2.35	2.13	0.22
哈尔滨	2010	2.40	2.22	0.18
天津	2009	2.96	3.15	-0.19
	2010	3.15	3.33	-0.18
	2011	3.50	3.53	-0.03
	2012	3.92	3.65	0.27
	2013	4.00	3.75	0.25
广州	2012	1.76	1.62	0.14
	2013	1.98	1.67	0.31
成都	2010	1.55	1.91	-0.35
	2011	1.95	1.97	-0.02
	2014	2.03	2.18	-0.15
	2015	2.94	2.21	0.73
武汉	2013	1.49	1.39	0.09
	2014	1.52	1.42	0.10
沈阳	2010	1.80	1.67	0.13
海口	2008	1.60	1.36	0.23
福州	2010	1.41	1.41	-0.01
	2011	1.70	1.51	0.19
西安	2008	2.25	1.91	0.34
贵阳	2010	1.80	1.52	0.28
	2011	2.00	1.64	0.36
重庆	2010	2.70	2.38	0.32
银川	2010	1.53	1.47	0.06
	2011	1.80	1.58	0.22
长沙	2008	1.21	1.19	0.02
	2012	1.50	1.43	0.08
	2013	1.53	1.47	0.06

六、结论及政策建议

本文通过建立计量分析模型, 对城市水价的影响因素进行了实证分析。研究发现, 我国城市水价的重要影响因素主要包括人均实际 GDP、常住人口、第二产业增加值比重、CPI, 各个因素对于水价都有正向的显著影响。其中, 人均实际 GDP 每提高 1% 会使居民用水价格提高 0.147%, 常住人口每增加 1% 会使居民用水价格提高 0.28%, 第二产业比重每提高 1% 会使居民用水价格提高 0.005%, CPI 每提高 1% 会使居民用水价格提高 0.723%。

对此的经济学解释如下: 水的名义价格受到三个宏观因素影响。(1) 经济增长因素。随着经济增长, 要素资源流向非公共事业领域获得的回报增加, 为了保持公共事业领域获得充分的资源, 需要对应提升公共品的价格。(参考:《城镇供水价格管理办法》中规定的权益回报率以中长期国债利率加点计算)。(2) 总需求因素。由于我国实施了较好的节水政策, 2014-2023 年用水总量维持基本不变。与 2014 年相比, 2023 年工农业用水分别下降了约 28% 和约 5% (水利部数据), 因而居民用水需求成为影响总用水需求的关键因素, 故常住人口增长成为水需求的主导因素。三产结构中的工业用水需求亦有影响, 但幅度较小。(3) 价格水平因素。本文的分析结果表明, 城市水价除了受到供求两端的宏观经济因素 (人均产出、人口规模、第二产业比重) 影响外, 水的名义价格还与整体价格水平显著相关, 因此水价调整应充分考虑社会整体价格水平 (比如 CPI 指数等)。

根据以上分析结果, 得到以下政策启示:

第一, 建立健全差异化供水价格制度。为了充分发挥价格机制调节作用, 促进资源节约, 合理分配水资源, 应当充分健全完善差异化水价制度。居民生活用水实行阶梯价格制度, 阶梯水价设置应当不少于三级。非居民用水及特种用水实行超定额累进加价制度, 原则上水量分档不少于三档。按照用水情况对不同行业分类管理, 特殊用水行业用水实行特殊水价。旅游业公共服务季节性消费特点明显的地区可以实行季节性水价。

第二, 鼓励公共事业价格服务方式创新和技术创新。为了提高公共服务水平, 优化营商环境, 节省用户办事成本, 在公共事业价格管理方面应当持续推进服务方式创新。以信息技术为基础, 推动智能终端应用, 推进供排水等公用企事业单位全面实施网上办理业务和“一站式”服务, 不断提高公共事业服务质量和办事效率。

第三, 做好片区开发改造的市政配套工作。供排水等市政配套设施对促进工农业发展、提升居民生活质量具有基础性作用, 应当重视片区开发改造过

程中的市政配套设施建设,科学地进行供水场站设施、配套管网等工程的规划和建设。

第四,避免公共事业产业的盲目市场化,坚持有为政府和有效市场相结合的改革方向。市场化是鼓励行业竞争、提高经营效率的有效方式,也是当前公共事业行业的改革方向。但是,公共事业产业的过度市场化必然会引起水价上涨、行业内企业数量过多和投资过度等问题。因此应当坚持有为政府和有效市场相结合的改革方向,探索建立有利于提高公共事业行业经营效率的市场结构,妥善处理好行政管理和市场化经营的关系。

第五,加强对公共事业价格的管理和调整,根据宏观经济影响因素的变动确定合理的价格范围。本文提出的水资源定价机制的数量分析框架不仅适用于水资源管理,还可以为电力、燃气等其他公共事业的基于宏观经济条件实施动态定价提供可借鉴的经验模式和。一方面,与水资源类似,其他公共事业的供给价格受到供求两端宏观经济因素的影响;另一方面,作为基础性的要素投入,其价格水平对于实现整体上的要素最优配置具有重要作用。因此本文的研究方法框架可进一步拓展应用于建立其他公共事业价格的动态管理和调整机制。

参考文献:

- [1]张丹丹.城市居民生活用水水价预测研究[D].哈尔滨工业大学,2013.
[2]程骥.供水定价及其实证研究[D].重庆大学,2002.

- [3]郭剑.水价理论与定价方法研究——重庆市主城区供水价格建议[D].重庆大学,2003.
[4]朱华伟,袁汝华.水价上涨中的水资源费调整——南京水价的实证分析[J].水利经济,2007,116(06):26-29+82.
[5]李斯佩.关于水价体系构建研究[D].石家庄经济学院,2007.
[6]周长勇,钟绵志.浅析影响水价的因素[J].全国商情(经济理论),2009(08):124-126.
[7]马雪薇,郑梦沂,刘黎明.北京市城镇居民水价研究[J].调研世界,2019(02):36-42.
[8]陈炳利,唐莲,齐娅荣等.宁夏5市城镇居民生活用水量需求影响分析[J].中国农村水利水电,2020(02):158-163+174.
[9]李云雁,江小平.我国深化城市供水价格形成机制改革的路径选择——基于激励约束机制及收入校核补偿机制的探索[J].价格理论与实践,2021(08):50-53.
[10]王冠军,戴向前,周飞.促进居民节水的水价水平及其测算研究——以北京城市供水为例[J].价格理论与实践,2021(09):59-62+141.
[11]马朝猛,倪红珍,陈根发.绿色发展理念下县城城乡供水价格形成、分担及补偿机制的研究——基于供水全成本约束定价方法理论与实践应用[J].价格理论与实践,2022(08):45-50+95.
[12]曹健,刘裕福,李彦.基于模糊数学的水资源价值研究——以克拉玛依市为例[J].价格理论与实践,2023(04):135-139.
[13]程远,胡秋阳,姚万军.产业分工、部门部类关系与总体产值利润率[J].经济研究,2020,55(05):133-149.
[14]谢泽宇,静峰,杨冕.水资源约束缓解与区域经济增长——来自“南水北调”工程的经验证据[J].数量经济技术经济研究,2023,40(09):93-115.
[15]姜峰,程远.能源价格波动对我国宏观经济的影响研究[J].价格理论与实践,2023(01):14-21.
[16]何平.全要素生产率测算手册[M].科学技术文献出版社,2022.
[17]程远,胡秋阳,张云.公债支持的财政扩张影响国民经济的资本市场渠道[J].数量经济技术经济研究,2022,39(08):140-161.
[18]罗朝阳,李雪松.我国行业间要素配置效率及其对全要素生产率的影响[J].经济纵横,2023(01):73-83.
[19]Solow R. M. Intergenerational Equity and Exhaustible Resources[J]. The Review of Economic Studies, 1974, 41: 29-45.
[20]Shao L., Tang R. Allocative Efficiency and Aggregate Productivity Growth in Canada and the United States[J/OL]. Staff Working Papers, 2021.

(作者单位:中国社会科学院数量经济与技术经济研究所)

Empirical Study on the Macroeconomic Factors Influencing Urban Water Prices in China

LOU Feng and CHENG Yuan

Abstract: Reasonable water price can play a role in saving water resources and preventing water pollution while ensuring water supply efficiency, enabling water resources to maximize economic, social and environmental benefits. In order to study the quantitative relationship between changes in urban water price and macroeconomic indicators in China, this paper first establishes a theoretical model that includes factors of water price supply and demand, and analyzes the mechanism by which macroeconomic factors affect changes in water prices; Then, this article uses water prices from municipalities directly under the central government and provincial capital cities as samples to empirically analyze the quantitative correlation between water prices and macroeconomic factors. The empirical results indicate that the important influencing factors of urban water prices in China mainly include per capita real GDP, permanent population, the proportion of added value in the secondary industry, and CPI, all of which have a significant positive impact on water prices. Except for a few regions, the overall applicability of the model is reasonable. The research conclusion of this article is conducive to a deeper understanding of the main influencing factors of urban water prices, and provides a reference basis for the practice of water supply pricing in various cities. At the same time, it also provides theoretical reference and methodological support for constructing a theoretical framework for pricing public utilities, guiding the reasonable adjustments and reforms of public service prices.

Keywords: urban water price; national economic indicators; macroeconomic influencing factors; pricing simulation